

University of Groningen

## Morfologie van de vrouwelijke Urethra

Huisman, Arent Bertus

**IMPORTANT NOTE:** You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

*Document Version*

Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*

1979

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

Huisman, A. B. (1979). *Morfologie van de vrouwelijke Urethra*. [, Rijksuniversiteit Groningen]. [S.n.].

### Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

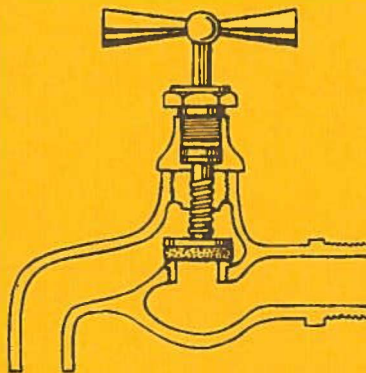
The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

### Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

# Morfologie van de vrouwelijke Urethra



A. B. Huisman

# MORFOLOGIE VAN DE VROUWELIJKE URETHRA



## STELLINGEN

1. De bouw van de trigonale ring maakt het onwaarschijnlijk dat deze als sphincter kan fungeren.
2. Het in de literatuur veronderstelde circulaire verloop van het elastine in de urethra is onjuist.
3. De bouw van de vrouwelijke urethra ondergaat met het toenemen van de leeftijd ingrijpende veranderingen.
4. De benaming "M. sphincter externus urethrae" voor de dwarsgestreepte urethramusculatuur is misleidend.
5. De vesicourethrale eenheid is op zich niet in staat tijdens stress-situaties de continentie te waarborgen.
6. Het urodynamisch onderzoek heeft slechts een beperkte waarde, zolang men niet de beschikking heeft over de betrouwbare normaalwaarden.
7. Electromyografisch onderzoek van de M. sphincter ani geeft geen informatie over het willekeurige afsluitingsmechanisme van de urethra.
8. All forms of treatment of stress incontinence without knowledge of the anatomy and physiology of the female bladder and urethra are empirical.  
T.N.A.Jeffcoate, Am. J. Obstet. Gynec.:64. 721. 1952.
9. Het is begrijpelijk dat incontinentie patiënten met het water in de schoenen hun arts consulteren.
10. Bij operatieve ingrepen in het gebied van de blaashals dient rekening gehouden te worden met het verloop van de rr. urethrales.
11. Uit de continuïteit van huidlijstenpatronen over syndactyle vingers volgt, dat deze patronen ontstaan vóór de scheiding der vingers uit de handplaat.
12. De carcinoominductie bij een jaarlijks mammografisch onderzoek verricht bij vrouwen boven de 40 jaar ter detectie van mammatumoren is te verwaarlozen.
13. Een diagnostische dunne naaldpunctie voor cytologisch onderzoek tijdens thoracotomieën en laparotomieën is van grote praktische waarde voor tumordiagnostiek.
14. Wanneer de circulatie van een patiënt er net zo slecht aan toe was als die van de stad Groningen, zou de familie allang gewaarschuwd zijn.



**Rijksuniversiteit te Groningen**

# **Morfologie van de vrouwelijke Urethra**

## **Proefschrift**

ter verkrijging van het doctoraat in de geneeskunde aan de Rijksuniversiteit te Groningen op gezag van de Rector Magnificus Dr. J. Borgman in het openbaar te verdedigen op woensdag 31 januari 1979 des namiddags te 4 uur

door

**Arent Bertus Huisman**

geboren te Groningen

STABO/ALL ROUND B.V., GRONINGEN

|              |                        |
|--------------|------------------------|
| PROMOTOR:    | Dr. A. J. SALOMÉ       |
| CO-PROMOTOR: | PROF. Drs. P. BOER     |
| CO-REFERENT: | PROF. Dr. P. J. DONKER |



*Aan mijn ouders,  
Elly, Tom en Robbert*



# Voorwoord

Na een periode van vier jaar verbonden te zijn geweest aan het Laboratorium voor Anatomie en Embryologie wil ik graag dank zeggen voor de steun die ik, direct of indirect van vrijwel alle medewerkers heb mogen ontvangen. Ik heb deze periode als zeer leerzaam ervaren, zowel op wetenschappelijk als intermenselijk terrein.

## **De volgende mensen wil ik in het bijzonder dankzeggen.**

Zeer Geleerde Salomé, beste Bram, in de periode dat mijn onderzoek onder jouw leiding zijn voltooiing heeft gevonden in dit proefschrift, heb je mijn soms onbeheerst enthousiasme vaak moeten afremmen.

Dank zij jouw kritische instelling wist jij mij vaak weer met beide benen op de grond te zetten. Ondanks het feit dat onze verschillende karakters wel eens botsten, hebben we de afgelopen jaren toch op een fijne manier samengewerkt. Zonder jouw inzet, met name in de laatste fase van het onderzoek zou dit proefschrift het licht nog niet gezien hebben.

Hooggeleerde Boer, de klinische vertaling die U aan de morfologische beschrijvingen verbond, zijn voor mij een grote stimulans geweest. Dank zij Uw opmerkingen, heeft de toch droge beschrijving van de anatomie van de urethra naar ik hoop aan leesbaarheid gewonnen.

Hooggeleerde Donker, door het manuscript van commentaar te voorzien heeft U mij voor een aantal blunders behoed. Ik ben U zeer erkentelijk voor de door U verleende steun.

Geachte mejuffrouw van Meulenaarsgraf, beste Hella, mede dank zij jouw consciëntieuze histotechnische bewerking van het materiaal, is het mogelijk geweest deze studie tot een einde te brengen. Het werk dat uit jouw handen kwam was steeds van een voortreffelijke kwaliteit.

Geachte Heer Deddens, beste Bert, de uren die wij samen achter het fotomicroscop hebben doorgebracht en het avondlijk "gehokus-pokus" in de donkere kamer, zal ik niet snel vergeten. Je kritische houding ten opzichte van de fotografieën heb ik bijzonder gewaardeerd. Ik wens je veel succes toe in je carrière als fotograaf.

Geachte Mevrouw Cupédo, beste Gerrie, met eindeloos geduld heb je het typen en hertypen van dit manuscript op je genomen. De uiteindelijke uitvoering van dit boekje werd door jou uiterst correct verzorgd. Ik ben je daarvoor zeer dankbaar.

Geachte mevrouw Olinga, lieve Miepje, je haast moederlijke verzorging met koffie en een opbeurend woord, blijf ik me herinneren.

Verder dank ik dr. F. Eulderink voor de verschaffing van het materiaal, dr. D. J. Griffiths voor de vertaling van de samenvatting, dhr. T. Heikens voor de schetsen en dr. N. Prop, drs. J. C. van der Griendt en dhr. H. R. A. Meiborg voor hun adviezen.

Lieve ouders, wanneer jullie mij, zowel op het Gymnasium als tijdens mijn studie, niet zo geweldig begeleid hadden, was het waarschijnlijk nooit tot dit boekje gekomen

Lieve Elly, jouw liefde, begrip en opgewektheid tijdens de soms moeilijke perioden van de laatste jaren, zijn voor mij de grootste steun geweest. Mogen wij, met onze jongens een gelukkig leven voor de boeg hebben.

Aan jullie allen draag ik dit proefschrift op.

Once upon a time four blind men from India described an elephant. The first one felt the leg and thought the animal was like a tree. Another sat astride and said the beast resembled a hill. The third felt the trunk and believed the elephant to resemble a snake, while the fourth thought the tail was like a duster.

So it is with micturition. Different features have been observed and described by nearly every investigator. If the riddle of micturition is to be solved these features must be unified into a complete picture.

CURTIS LUND.

Dit proefschrift werd bewerkt op het Laboratorium voor Anatomie en Embryologie van de Rijksuniversiteit te Groningen.

Voor onderzoek en illustraties werd een subsidie verleend door het Praeventie Fonds.

|                            |    |
|----------------------------|----|
| Inleiding en vraagstelling | 11 |
|----------------------------|----|

## Hoofdstuk I

### *overzicht van de literatuur*

|  |    |
|--|----|
| 1. de vorm van het lumen   | 13 |
| 2. de mucosa   | 13 |
| 3. de urethrale klieren  | 14 |
| 4. de submucosa  | 15 |
| 5. de gladde musculatuur   |    |
| 5.1 de “sphincter internus vesicae” en de uitbreiding van de M. detrusor en de trigonale musculatuur | 16 |
| 5.2 de gladde urethramusculatuur   | 19 |
| 6. de dwarsgestreepte musculatuur  | 20 |

## Hoofdstuk II

### *eigen onderzoek*

|   |    |
|---|----|
| 1. materiaal en methoden  | 23 |
| 2. beschrijvingen van de preparaten                                 |    |
| 2.1 de vorm van het lumen   |    |
| 2.1.1 neonatale periode   | 26 |
| 2.1.2 fertiele periode  | 26 |
| 2.1.3 postmenopausale periode                                       | 27 |
| 2.1.4 overeenkomsten en verschillen tussen de drie leeftijdsgroepen | 27 |
| 2.2 de mucosa   |    |
| 2.2.1 neonatale periode   | 27 |
| 2.2.2 fertiele periode  | 28 |
| 2.2.3 postmenopausale periode                                       | 31 |
| 2.2.4 overeenkomsten en verschillen tussen de drie leeftijdsgroepen | 31 |
| 2.3 de urethrale klieren  |    |
| 2.3.1 neonatale periode   | 32 |
| 2.3.2 fertiele periode  | 32 |
| 2.3.3 postmenopausale periode                                       | 33 |
| 2.3.4 overeenkomsten en verschillen tussen de drie leeftijdsgroepen | 33 |
| 2.4 de submucosa  |    |
| 2.4.1 neonatale periode   | 33 |
| 2.4.2 fertiele periode  | 36 |
| 2.4.3 postmenopausale periode                                       | 42 |
| 2.4.4 overeenkomsten en verschillen tussen de drie leeftijdsgroepen | 44 |

|   |    |
|---|----|
| 2.5 de gladde musculatuur van blaashals en urethra                  |    |
| 2.5.1 neonatale periode   | 49 |
| 2.5.2 fertiele periode  | 54 |
| 2.5.3 postmenopausale periode                                       | 59 |
| 2.5.4 overeenkomsten en verschillen tussen de drie leeftijdsgroepen | 62 |
| 2.6 de dwarsgestreepte musculatuur en het parurethrium              |    |
| 2.6.1 neonatale periode   | 67 |
| 2.6.2 fertiele periode  | 69 |
| 2.6.3 postmenopausale periode                                       | 71 |
| 2.6.4 overeenkomsten en verschillen tussen de drie leeftijdsgroepen | 72 |

### **Hoofdstuk III**

#### *samenvatting en discussie*

|   |        |
|---|--------|
| 1. de vorm van het lumen                              | 75     |
| 2. de mucosa  | 75     |
| 3. de urethrale klieren                               | 76     |
| 4. de submucosa                                       | 76     |
| 5. de gladde musculatuur                              | 80     |
| 6. de dwarsgestreepte musculatuur en het parurethrium | 83     |
| 7. het elastine                                       | 85     |
| <br>literatuur  | <br>87 |
| samenvatting  | 93     |
| summary   | 99     |
| curriculum vitae                                      | 105    |

*Stille wateren hebben  
diepe gronden*



## INLEIDING.

Vele publicaties zijn in de loop der jaren verschenen over de bouw en functie van de vrouwelijke urethra en blaashals. Het is opmerkelijk te constateren dat er geen overeenstemming bestaat over de anatomische verhoudingen van de spiermantels binnen de urethra en blaas en hun connecties met de omgeving, noch over de fysiologie van de ongestoorde mictie.

Het intrigeerde ons waarom de vele anatomische concepten betreffende de opbouw van de spiermantels, soms zo lijnrecht met elkaar in tegenspraak zijn. Eén van de oorzaken daarvan zou kunnen zijn dat nooit rekening is gehouden met het bestaan van leeftijdsinvloeden op de bouw.

Het leek ons daarom zinvol de bouw van de urethra te bestuderen bij individuen van verschillende leeftijden. Wij hebben het materiaal daartoe ingedeeld volgens drie leeftijdsfasen, een neonatale, een fertiele en een postmenopausale.

Naar aanleiding van gegevens uit de literatuur samen met een aantal gerichte vragen uit de kliniek, zal aan de volgende punten aandacht worden besteed:

- De epitheelbekleding van blaashals en urethra.
- Het vasculaire patroon van de submucosa.
- De elastineverhoudingen binnen de urethra.
- De oriëntatie van het gladde spierweefsel rond het orificium internum.
- De verhouding tussen de longitudinale en circulaire gladde spiermantels en hun uitbreiding naar caudaal.
- De bouw en de uitbreiding van de dwarsgestreepte spiermantel van de urethra en de relatie met het diaphragma pelvis en het diaphragma urogenitale.

- De invloed van de leeftijd op de bouw van de urethra.

In hoofdstuk I wordt een beknopt overzicht gegeven van de voorhanden zijnde literatuur.

Hoofdstuk II is gewijd aan de waarnemingen. Achtereenvolgens wordt elke structuur per leeftijdsgroep beschreven, direct gevolgd door een bespreking van de verschillen en overeenkomsten tussen die leeftijdsgroepen.

De onderdelen zijn zo geschreven dat zij elk voor zich een afgerond geheel vormen.

In hoofdstuk III, de samenvatting en discussie, worden de gegevens van dit onderzoek vergeleken met die uit de literatuur.

Enkele in de beschrijvingen gehanteerde begrippen behoeven een nadere toelichting, daar zij in de literatuur op verschillende wijze geïnterpreteerd worden.

Met "blaashals" wordt het gebied bedoeld dat proximaal begrensd wordt door de bovenrand van de trigonale ring, en distaal door de onderrand van de ventrale detrusorlus. Ongeveer halverwege deze twee niveaus ligt het orificium urethrae internum.

Het niveau van het diaphragma urogenitale is in alle preparaten alleen precies aan te geven indien delen van de musculus transversus perinei profundus aanwezig zijn. Dit is slechts sporadisch het geval. Wanneer wij spreken over "het niveau van het diaphragma urogenitale" dan bedoelen wij dat gebied, dat distaal ligt van de M. pubococcygeus, die in de preparaten meestal wel aanwezig is, en proximaal van de M. bulbo-cavernosus, die vrijwel steeds goed te herkennen is.

Onder het parurethrium verstaan wij het bindweefselgebied, dat zich lateraal van de urethra bevindt. Proximaal is het af te grenzen naar de urethra, doordat het buiten de dwarsgestreepte spiermantel begint, naar lateraal door de levatoren fascie. Distaal is in de preparaten geen begrenzing aan te geven.

Op pagina 54, 74, 76, 77, 78 en 79 van het illustratiegedeelte wordt in een aantal schematische overzichten de onderlinge ligging van de besproken structuren verduidelijkt.

## HOOFDSTUK I

### o v e r z i c h t v a n d e l i t e r a t u u r

#### 1. d e v o r m v a n h e t l u m e n .

De vorm van het lumen wordt boven het diaphragma urogenitale bepaald door de aanwezigheid van de crista urethralis. Dit is een longitudinale richel in de achterwand van de urethra. Langreder (1956) vermeldt, dat hij slechts in de helft van zijn preparaten een crista aantreft. Op dwarsdoorsnede is het lumen halvemaaanvormig. Distaal in de urethra, waar de crista niet meer aanwezig is, heeft het lumen een stervorm.

Alle auteurs beschrijven verder longitudinale plooien in het slijmvlies.

#### 2. d e m u c o s a .

Luschka (1864) vermeldt, dat het lumen van de urethra geheel bekleed is met meerlagig plaveiselepitheel. Henle (1873) geeft eenzelfde beschrijving. Ook Ricci et al. (1950) vinden een bekleding met plaveiselepitheel, dat pas ter hoogte van het orificium internum overgaat in het overgangsepitheel van de blaas. Zij onderzochten hiervoor 21 specimina met een leeftijdsvariatie van 4 maanden foetaal tot 77 jaar.

Testut (1894) geeft in zijn leerboek "Traité d'Anatomie Humaine" een gedetailleerde beschrijving van het slijmvlies in de urethra. Het plaveiselepitheel, dat het vestibulum bedekt, strekt zich over meer dan een centimeter uit in de distale urethra. Nog onder het orificium internum gaat het epitheel over in het "epithelium mixte", dat ook de blaas bekleedt, terwijl de mucosa van het middelste gedeelte bestaat uit twee tot drie lagen van polyedrische cellen, die rusten op een basale laag van prismatische cellen. Krantz (1951) en Langreder (1956) vinden eveneens drie typen epitheel in de urethra; in het distale gedeelte niet-verhoornend plaveiselepitheel, proximaal overgangsepitheel, terwijl de mucosa daartussen beschreven wordt als

éénrijig cilinderepitheel. Hartl (1960) geeft aan, dat de overgangen tussen deze verschillende epitheeltypen niet scherp zijn waar te nemen, terwijl er tevens grote individuele verschillen gevonden worden. Langreder (1956) vindt, dat de vrouw in de geslachtsrijpe periode een beter ontwikkeld epitheel heeft dan meisjes voor de puberteit en vrouwen in de menopauze. Musiani (1972) en Smith (1972) beschrijven cyclische veranderingen in het epitheel van de urethra. De laatste auteur onderzocht met behulp van urethrale uitstrijkpreparaten het plaveiselepitheel bij drie leeftijdsgroepen, die overeenkomen met de indeling, zoals wij die in ons materiaal hebben aangebracht. Wanneer het plaveiselepitheel zich door een voldoende hoge oestrogeen concentratie volledig heeft kunnen ontwikkelen, bestaat dit uit drie lagen cellen; een basale laag met grote ronde cellen met een forse centrale kern, een intermediaire laag gevormd door plattere, onregelmatig gevormde cellen met een excentrische kern, en een oppervlakkige laag, bestaande uit afgeplatte cellen met een pyknotische celkern. Bij een lage oestrogeenspiegel ontbreekt de oppervlakkige laag. Van zijn materiaal toonden 18 meisjes voor de puberteit een dergelijk "onrijp" urethra slijmvlies. Bij 261 vrouwen in de fertiele periode ziet hij duidelijk verschillen tussen het hoog ontwikkelde slijmvlies in de oestrogene fase en het minder ver ontwikkelde epitheel in de gestagene fase van de cyclus. Bij de groep urethrae van 123 postmenopausale vrouwen vindt hij 15 met een goed ontwikkeld epitheel, 85 met een minder ver ontwikkeld epitheel en 23 met een duidelijk atrofisch slijmvlies.

### 3. d e u r e t h r a l e k l i e r e n .

Luschka (1864) beschrijft in het proximale deel van de urethra alveolaire slijmklieren. Bij oudere vrouwen vindt hij vaak korrelige concrementen. Henle (1873) beschrijft kleine ronde kliertjes, gerangschikt in rozetvorm. Deze liggen langs het gehele urethra lumen. Volgens Krantz (1951) vormen de kliertjes geen specifiek patroon. Deze beschrijft klieren, bekleed met cilinderepitheel, die kunnen doordringen tot in de gladde musculatuur. De niet vertakte afvoergangen monden direct in het lumen uit. In de distale urethra

vindt deze auteur afvoergangen, die evenwijdig aan het lumen van de urethra lopen en uitmonden naast het orificium externum. Deze zijn reeds door de Graaf (1672) en Skene (1880) beschreven als ducti paraurethrales. Von Hayek (1969) vindt in de proximale urethra vertakte afvoergangen, die evenals de klieren meestal bekleed zijn met kubisch epitheel. Ook hij vermeldt dat het klierweefsel zich ver kan uitstrekken naar perifeer, soms zelfs tot tussen de dwarsgestreepte musculatuur. Distaal vindt hij lateraal van het lumen grote klieren met lange afvoergangen ( de ducti paraurethrales), die langs het gehele distale derde deel van de urethra kunnen verlopen en naast het orificium externum uitmonden. Deze klieren hebben dezelfde epitheelbekleding als de overige urethrale klieren.

Huffman (1948) heeft reconstructies gemaakt van de localisaties van de urethrale klieren. De afvoergangen van deze klieren monden zowel ventrolateraal als dorsolateraal uit in het lumen van het distale éénderde gedeelte van de urethra. De twee grote door Skene beschreven afvoergangen naast het orificium externum vond hij slechts in twee van de elf preparaten. Het gehele klierpakket is opgebouwd uit samengestelde tubulo-alveolaire klieren. Het epitheel is kubisch tot cilindrisch. Sporadisch zijn groepjes slijmcellen aanwezig. Proximaal in de urethra beschrijft Huffman vele crypten of invaginaties van de urethrale mucosa. Deze zijn bekleed met een pseudo gelaagd cylinderepitheel.

#### 4. d e s u b m u c o s a .

Vele auteurs maken melding van het uitgebreide venennetwerk in de submucosa. Kobelt (1844) wijst reeds op het grote aantal venen; hij spreekt over een veneuze sinus, die vanuit de submucosa penetreert tot in de urethramusculatuur. De venen die deel uitmaken van deze sinus zijn gelijkmatig over de gehele urethra verdeeld. Langreder (1956) en Ricci (1950) vinden de meeste venen rond het orificium internum. Hartl (1960) daarentegen vindt een toename van de venendichtheid zowel rond het orificium internum als het orificium externum. Berkow (1953) beschrijft eveneens een veneuze sinus langs

de urethra, maar vindt rond de blaashals en het orificium externum juist een vermindering van de venendichtheid. Hierbij merkt hij op, dat de venen rond de blaashals een dikkere wand hebben dan de overige venen. Deze auteur vindt het gerechtvaardigd te spreken van een corpus spongiosum rondom de urethra, aangezien het aantal venen te groot is voor een normale bloedvoorziening. Heiss (1915) en Langreder (1956) wijzen op de betekenis van deze venen voor de waterdichte afsluiting van de urethra.

Henle (1873) beschrijft directe uitmondingen van arteriën in de veneuze ruimten. Von Hayek (1969) veronderstelt dat er arterio-veneuze anastomosen aanwezig moeten zijn, die het venennetwerk, zoals in zwellichamen, onder arteriële druk kunnen vullen. Er is echter door hem naar dergelijke anastomosen geen onderzoek gedaan.

Luschka (1864) en Testut (1894) vermelden, dat het bindweefsel rijk is aan elastische vezels. Woodburne (1961) vindt rond de blaashals zeer veel elastisch materiaal. In de submucosa van het overige deel van de urethra vindt hij eveneens meer elastine dan gewoonlijk voorkomt in de submucosa van andere organen. De kleine, hoofdzakelijk circulair georiënteerde groepjes elastische vezels dringen volgens deze auteur door tot in de longitudinale gladde spierlaag van de urethra. Behalve uit de beschrijving van Woodburne krijgt men ook uit andere literatuur de indruk dat een hoofdzakelijk circulair verloop van het elastine verondersteld wordt ( o.a. Denny-Brown en Robertson, 1933). Exacte beschrijvingen van het verloop der elastische vezels ontbreken echter.

## 5. de g l a d d e m u s c u l a t u u r.

### 5.1 de "sphincter internus vesicae" en de uitbreiding naar distaal van de M. detrusor en de trigonale musculatuur.

Reeds zeer lang wordt het bestaan van een echte sphincter rond de blaasuitgang betwist. Sommige onderzoekers menen op grond van histologische onderzoeken of macroscopische dissecties, dat hier zeer duidelijk een gelocaliseerde sphincter te onderscheiden is.

Anderen ontkennen dit ten stelligste. Op fysiologische gronden wordt echter door niemand het bestaan van een sphincterwerking, op welk niveau van de urethra dan ook, ontkend. De literatuur over deze strijdvrage is uitgebreid, ingewikkeld en verwarrend.

In het bovenste deel van de urethra bevindt zich een verdikte circulair verlopende spierlaag, waarvan de ventrale zijde zich op een lager niveau bevindt dan het dorsale deel. Kalischer (1900) meent dat de oorsprong van deze laag in het trigonum ligt. Hij noemt deze structuur musculus sphincter urethrae trigonalis of kortweg sphincter trigonalis. Disse (1902) rekent deze sphincter tot de musculus detrusor. Heiss (1915) en Wesson (1920) beschrijven een lus van glad spierweefsel, die de blaashals aan de ventrale zijde omgeeft en naar dorsaal overgaat in de buitenste longitudinale spierlaag van de achterste blaaswand. Von Lüdinghausen (1932) beschrijft behalve de door Heiss aangegeven lus een tweede, tegengesteld verlopende spierlus. Deze bestaat uit vezels die uit de binnenste longitudinale spierlaag van de musculus detrusor aan de ventrale zijde komen en de blaashals aan de dorsale zijde omgeven. Van den Bulcke e.a. (1970) voegen hieraan nog een derde lus toe die de blaashals eveneens aan de ventrale zijde omgeeft, maar die zijn oorsprong vindt in de longitudinale detrusorlaag aan de laterale zijde. Tanagho en Smith (1966) vinden vele lussen rond de urethra, die alle directe voortzettingen zijn van de buitenste longitudinale laag van de musculus detrusor.

Woodburne (1968) beschrijft twee separate bundels van gladde spiervezels, die vanuit de blaashals bilateraal insereren in het retropubische bindweefsel en daarmee indirect aan het os pubis. Hij noemt deze structuren de musculi pubo-vesicales.

Dröes (1972), Hutch (1971), Tanagho en Smith (1966) en Versari (1897) beschrijven een uitbreiding van de dorsale longitudinale detrusorlaag die aanhecht in het urethro-vaginale septum. Eerstgenoemde auteur beschrijft inserties van deze laag in het diepe trigonum. Dröes vindt deze slechts bij uitzondering.

Sinds Heiss en Von Lüdinghausen de spierlussen hebben beschreven, kenden Hartl (1960), Stöckel (1938) en anderen hieraan een echte

sphincterwerking toe voor de onwillekeurige afsluiting van de blaas. Gil Vernet (1969) heeft dit samengesteld sphinctermechanisme nog eens benadrukt. Hutch (1972) voegt aan dit systeem van "lissosphincters" nog het begrip "base-plate" toe. Deze is opgebouwd uit het stugge fibromusculeuze deel van het trigonum vesicae met de daarmee aan de laterale en ventrale zijde verbonden musculatuur van de ventrale detrusorlus. Het achterste deel van de base-plate bestaat dus uit het diepe trigonum, terwijl het voorste deel gevormd wordt door de ventrale detrusorlus. De circulair verlopende spierbundels van deze lus comprimeren het orificium internum, wanneer de vrij rigide blaasbodem in een plat vlak ligt. Voor het openen van de blaashals moet de apex van de base-plate uit dit vlak worden geluxeerd naar distaal. Hieraan werkt de dorso-mediale uitbreiding van de musculus detrusor mee. De trechtervorm, die daardoor ontstaat wordt nog versterkt door aanspanning van de circulair verlopende musculatuur. Afhankelijk van de stand van het diepe trigonum, kan de detrusorlus dus functioneren als sphincter, maar tegelijk het opengaan van het orificium internum ondersteunen. Beck (1969), Krantz (1951), Lapidès (1958), Lapidès e.a. (1960) en Woodburne (1968) ontkennen het bestaan van een gelocaliseerd sphinctermechanisme in de blaashals volledig. De door Woodburne (1961, 1968) beschreven spierlussen rond de blaashals, die volgens deze auteur vanuit de longitudinale detrusormusculatuur komen, zetten zich direct voort in de longitudinale gladde spierlaag van de urethra. Woodburne acht het dan ook onmogelijk dat het systeem van spierlussen antagonistisch zou werken ten opzichte van de musculatuur in de urethra. Hij meent dat de urethra passief gesloten blijft door de elasticiteit van de wand. Naar distaal zet het diepe trigonum zich voort in de achterwand van de urethra. Dröes (1972) noemt dit de trigonale plaat. Deze bevat hoofdzakelijk transversaal verlopende spiervezeltjes en wordt naar caudaal dunner en minder rijk aan spierweefsel.



## 5.2 de gladde urethramusculatuur.

In de urethrawand zijn twee gladde spiersystemen te onderscheiden. In de eerste plaats een binnenste longitudinaal gerichte laag, die door Beck (1969), Hutch (1972), Tanagho en Smith (1966) en Woodburne (1961) als voortzetting wordt beschouwd van de binnenste longitudinale laag van de musculus detractor. Onder andere Kalischer (1900) meent, dat slechts een beperkt aantal vezels van de longitudinale laag uit de musculus detractor afkomstig is. Het merendeel der spiervezels van de longitudinale gladde spiermantel zou van trigonale oorsprong zijn. Hutch (1972) en Nyo (1969) nemen aan, dat met name de longitudinale vezels in het dorsale gedeelte van de urethra van trigonale oorsprong zijn, terwijl lateraal en ventraal continuïteit bestaat met de binnenste laag van de musculus detractor. Verschillende auteurs waaronder Disse (1902) en Krantz (1951) menen, dat de caudale uitbreiding van de longitudinale laag zich uitstrekt tot aan het orificium externum. Volgens Beck (1969), Dröes (1972), Ricci e. a. (1950) en Tanagho en Smith (1968), is het meest caudale gedeelte van de urethra vrij van longitudinaal gerichte spierbundels. Direct buiten de longitudinale laag ligt een circulair gerichte gladde spiermantel. Ook hier vindt men in de literatuur verschillende opvattingen omtrent de continuïteit met de musculus detractor. Volgens onder andere Disse (1902), Fischman (1968) en Krantz (1951) is de circulaire laag continu met de circulaire laag van de musculus detractor. Hutch (1972) en Tanagho en Smith (1966) ontkennen een continuïteit van de circulaire spiermantel met de musculus detractor. Kalischer (1900) meent dat de circulaire laag, evenals de longitudinale continu is met de trigonale musculatuur. Wat betreft de uitbreiding naar caudaal van de circulaire laag, menen Beck (1969), Dröes (1972), Ricci (1950), Tanagho en Smith (1966) dat het distale einde van de vrouwelijke urethra vrij is van circulair glad spierweefsel. Disse (1902), Langreder (1956) en anderen vinden tot aan het orificium externum een circulaire spierlaag of fragmenten daarvan. De dikte van de longitudinale gladde spiermantel is volgens Disse

(1902) over de gehele lengte van de urethra gelijk aan die van de circulaire spierlaag. Tanagho en Smith (1966) menen daarentegen dat de longitudinale laag constant van dikte is, terwijl de circulaire laag van proximaal naar distaal in dikte afneemt.

Van den Bulcke e.a. (1970) en Dröes (1972) zeggen, dat de gehele gladde urethramusculatuur zowel op embryologische als histologische gronden te onderscheiden is van de musculus detrusor en de trigonale musculatuur.

Volgens Woodburne (1961) bestaat er een innige versmelting van de urethramusculatuur met de musculatuur van de blaas. Hij concludeert dit op grond van macroscopische dissecties.

Krantz (1951) beschrijft hoe in het distale deel der urethra beide spiermantels duidelijk te scheiden zijn, maar naar proximaal zich steeds meer gaan vermengen en tenslotte overgaan in de blaasmusculatuur. Van twee gescheiden lagen is volgens deze auteur dus geen sprake. Volgens Beck (1969) gaan de buitenste vezels van de longitudinale spiermantel geleidelijk over in de bijna circulair verlopende vezels van de buitenste spiermantel. Langreder (1956) beschrijft dat de vezels van de circulaire spierlaag als twee tegen elkaar inlopende spiralen gerangschikt zijn. Deze spiralen zijn een voortzetting van de lissosphincter en zijn te vervolgen tot aan het orificium externum. Deze auteur was in staat vezelbundels te volgen, die soms wel 5 tot 8 maal om het lumen cirkelden. In het proximale deel van de urethra is de musculatuur dikker en liggen de spiervezels dichter op één als in het distale gedeelte.

#### 6. d e d w a r s g e s t r e e p t e m u s c u l a t u u r .

Direct tegen de gladde circulaire spiermantel ligt de dwarsgestreepte urethramusculatuur. De meeste auteurs zijn het er over eens dat deze spiermantel zich naar craniaal uitstrekt tot aan het niveau van het orificium internum. Tanagho en Smith (1966) geven echter aan, dat de uitbreiding naar proximaal erg variabel is. Kalischer (1900) onderscheidt in het bovenste derde gedeelte van de urethra een bijna gesloten ring van dwarsgestreepte vezels. In het middelste derde

deel van de urethra grijpen de vezels over op de vaginawand terwijl in het onderste derde deel de vezels eindigen in het septum rectovaginale. Kalischer noemt dit de sphincter urethrovaginalis of urogenitalis. Uffelmann (1863) beschrijft ter hoogte van het diaphragma urogenitale twee lagen in de dwarsgestreepte musculatuur: een binnenste laag, die behoort bij de eigenlijke dwarsgestreepte urethramusculatuur en een buitenste, die naar lateraal uitstraalt tot in het paravaginale weefsel. In het gebied vlak boven het orificium externum bevinden zich geen dwarsgestreepte spiervezels meer. Jeffcoate e.a. (1952) vermelden, dat de circulaire spiervezels proximale in de urethra in een schuin vlak liggen, dat van dorsocraniaal naar ventrocaudaal verloopt.

Relatief weinig auteurs maken melding van longitudinale dwarsgestreepte spierbundels in de urethra. Uffelmann (1863) beschrijft longitudinaal verlopende bundels in de achterwand van de urethra. Fischmann (1968) vermeldt dat in het middelste derde gedeelte van de urethra zowel de gladde als de dwarsgestreepte spiervezels hoofdzakelijk longitudinaal georiënteerd zijn.

Ook Henle (1873) en Tschaussow (1885) beschrijven soortgelijke bundels. Droës (1972) beschrijft bij een foetus van 20 cm. kop-stuittlengte enkele dwarsgestreepte vezels, die dorsolateraal van het urethralumen naar craniaal afbuigen. Von Hayek (1969) beschrijft identieke vezels proximale in de urethra. Ellis (1972) en Krantz (1951) (1951) geven nadrukkelijk aan, dat ze geen vezels met een craniocaudaal verloop aantreffen.

Over de verbindingen tussen de dwarsgestreepte urethramusculatuur en de bekkenbodemmusculatuur bestaan verschillende opvattingen. Uffelmann (1863) beschrijft verbindingen met zowel de *M. transversus perinei profundus* als de *M. levator ani*. Beck (1969) vermeldt, dat bij neonaten ter hoogte van het diaphragma urogenitale dwarsgestreepte spierbundels mee gaan lopen met delen van de *M. transversus perinei profundus*. Langreder (1956) vindt vooral bij jongere vrouwen directe verbindingen met de *M. pubococcygeus* naar de laterale wand van de urethra. Postpartum hebben deze vezels

de neiging te degenereren. Ook Nyo (1969) vindt een voortzetting van de circulaire dwarsgestreepte urethramusculatuur in de M. pubococcygeus. Jeffcoate e.a. (1952) en Hochuli (1975) ontkennen het bestaan van spiervezelverbindingen tussen urethra en diaphragma pelvis.

Krantz (1951) en Langreder (1956) nemen uitgebreide verbindingen waar met de M. bulbo-cavernosus. Deze worden door Dröes (1972) niet gezien.

## HOOFDSTUK II

### 1. eigen onderzoek.

#### 1. materiaal en methoden

Het materiaal dat ons voor dit onderzoek ter beschikking stond was afkomstig van ter obductie aangeboden stoffelijke overschotten. Voor zover wij konden nagaan bestonden klinisch geen afwijkingen aan blaas, urethra en vagina.

De preparaten bestonden uit de urethra met ongeveer  $1\frac{1}{2}$  cm. van de blaaswand, het parurethrium en de voorwand van de vagina. Van het paraurethrale weefsel werd zoveel mogelijk behouden. In de meeste preparaten was een deel van de M. pubococcygeus en de M. bulbo-cavernosus aanwezig, terwijl sporadisch een deel van de M. transversus perinei profundus werd aangetroffen.

De preparaten werden bewaard in formaline. Voor histotechnische bewerking werden zij nog 24 uur in fixatievloeistof volgens Bouin gelegd.

Enkele preparaten moesten vanwege hun afmetingen in tweeën worden gedeeld. Van elk preparaat werden seriecoupe's vervaardigd, waarbij binnen elke leeftijdsgroep zowel transversaal, frontaal als sagittaal werd gesneden. De coupedikte bedroeg 8-12  $\mu$ . Van de meeste series werd elke tiende coupe gekleurd volgens Weichert/Van Gieson, gemodificeerd volgens Domagk en elke vijftigste coupe volgens Verhoeff/Van Gieson. Voor het bestuderen van het vaatpatroon in de submucosa werd van één urethra (HI 8) elke coupe opgeplakt. Een deel werd gekleurd volgens Bodian, een ander deel volgens Van Gieson. Voor verdere gegevens betreffende het materiaal wordt verwezen naar tabel I.

Door de afmetingen van de coupes was het moeilijk een overzicht te verkrijgen. Daarom is in een vooronderzoek bij een transversaal

TABEL I

|      | leeftijd          | doodsoorzaak                     | snijrichting | coupedikte | kleuring                        |
|------|-------------------|----------------------------------|--------------|------------|---------------------------------|
| HI 1 | foetus,<br>38 wk. | cong. afw.                       | transv.      | 10 $\mu$   | v. Gieson 1:1                   |
| HI 2 | neonaat           | hyaline membr.                   | transv.      | 10 $\mu$   | v. Gieson 1:10<br>Verhoeff 1:50 |
| HI 3 | neonaat           | hyaline membr.                   | transv.      | 10 $\mu$   | Masson 1:10                     |
| HI 4 | neonaat           | onbekend                         | front.       | 10 $\mu$   | Verhoeff 1:10                   |
| HI 5 | neonaat           | hypopl. l. hartsyindr.           | sagitt.      | 10 $\mu$   | v. Gieson 1:10<br>Verhoeff 1:30 |
| HI 6 | 15 jaar           | cong. hartafw.                   | sagitt.      | 12 $\mu$   | v. Gieson 1:10                  |
| HI 7 | 22 jaar           | leucaemisch lympho-<br>sarcoom.  | transv.      | 12 $\mu$   | v. Gieson 1:10                  |
| HI 8 | 23 jaar           | maligne mesenchym.<br>tumor.     | front.       | 10 $\mu$   | v. Gieson 1:1<br>Bodian 1:1     |
| HI 9 | 31 jaar           | chronische encephalo-<br>pathie. | front.       | 12 $\mu$   | v. Gieson 1:10                  |

|       | leeftijd | doodsoorzaak      | snijrichting | coupedikte | kleuring                                      |
|-------|----------|-------------------|--------------|------------|---|
| HI 10 | 35 jaar  | ovarium ca.       | front.       | 12 $\mu$   | v. Gieson 1:10<br>Verhoeff 1:10<br>Bodian 1:1 |
| HI 11 | 42 jaar  | tumor cerebri     | transv.      | 8 $\mu$    | v. Gieson 1:25                                |
| HI 12 | 43 jaar  | hartinfarct       | transv.      | 10 $\mu$   | v. Gieson 1:10                                |
| HI 13 | 42 jaar  | reticulumcel ca.  | sagitt.      | 10 $\mu$   | v. Gieson 1:10<br>Verhoeff 1:50               |
| HI 14 | 71 jaar  | subduraal heamat. | sagitt.      | 12 $\mu$   | v. Gieson 1:20<br>Verhoeff 1:40               |
| HI 15 | 73 jaar  | maag ca.          | sagitt.      | 10 $\mu$   | v. Gieson 1:10                                |
| HI 16 | 73 jaar  | hartinfarct       | front.       | 10 $\mu$   | v. Gieson 1:10                                |
| HI 17 | 78 jaar  | C. V. A.          | transv.      | 12 $\mu$   | v. Gieson 1:25<br>Verhoeff 1:25               |

gesneden urethra de volgende procedure toegepast. Van ongeveer 20 coupes werd met behulp van een vergrotingsapparaat een afdruk gemaakt met een vergroting van ongeveer 20 maal.

De zo verkregen negatief afdrukken gaven een zeer scherp gedetailleerd beeld waarbij zelfs afzonderlijke dwarsgestreepte spiervezels goed waren te herkennen. Deze techniek werd ook gebruikt voor fig. 1.1, 1.2, 1.3 en 4.22.

Op de foto's werden de verschillende spiersystemen ingekleurd. Deze methode gaf een goed inzicht in de verhoudingen van de structuren binnen de urethra. Met de foto's als oriëntatie werden vervolgens de seriecoupes en detail bestudeerd.

## 2. b e s c h r i j v i n g e n v a n d e p r e p a r a t e n .

### 2.1 d e v o r m v a n h e t l u m e n .

#### 2.1.1 neonatale periode.

In de transversale doorsneden zien we dat het lumen boven het diaphragma urogenitale halvemaaanvormig is. De crista urethralis is goed ontwikkeld (fig. 1.1 A). Tevens bestaat er een geringe longitudinale plooïing van de mucosa die zich uitstrekt vanaf de blaashals tot aan het orificium externum. De crista neemt naar distaal in dikte af en is beneden het diaphragma urogenitale geheel afwezig. De plooïen in de mucosa nemen sterk toe, zodat het lumen onder het diaphragma urogenitale een grillige stervorm krijgt (fig. 1.1 B).

#### 2.1.2 fertiele periode.

Het lumen is wederom halvemaaanvormig doch minder uitgesproken dan in de vorige groep. Vanaf de blaashals tot aan het diaphragma urogenitale vinden we een wat afgeplatte crista urethralis. Deze bevat minder longitudinale plooïen als de laterale en ventrale wanden van het lumen (fig. 1.2 A). De crista urethralis is onder het diaphragma urogenitale verstreken terwijl de plooïing van de mucosa niet duidelijk is toegenomen. De vorm van het lumen is onregelmatig



(fig. 1.2 B).

#### 2.1.3 postmenopausale periode.

Boven het diaphragma urogenitale is het lumen spleetvormig. De crista urethralis is sterk afgeplat (fig. 1.3 A). De longitudinale plooïing is zowel boven als onder het diaphragma urogenitale in ongeveer dezelfde mate aanwezig. Het lumen houdt ook onder het diaphragma urogenitale ongeveer dezelfde vorm. De crista urethralis is hier niet meer herkenbaar (fig. 1.3 B).

#### 2.1.4 overeenkomsten en verschillen tussen de drie leeftijdsgroepen.

De bij de neonaat zeer sterk ontwikkelde crista urethralis wordt met het toenemen van de leeftijd minder uitgesproken, maar blijft wel steeds aanwezig boven het diaphragma urogenitale.

Het lumen dat bij de neonaat halvemaaanvormig is, wordt geleidelijk meer spleetvormig bij het ouder worden. Onder het diaphragma urogenitale zien we bij de neonaat een stervormig lumen, dat eveneens met het toenemen van de leeftijd een wat minder grillige vorm aanneemt.

In alle preparaten bestaat een sterke longitudinale plooïing. Deze dringt bij de neonaten minder diep in de submucosa dan bij de fertiele en postmenopausale groep.

### 2.2 d e m u c o s a .

#### 2.2.1 neonatale periode.

Bij alle neonaten bestaan de diepste cellagen van het epitheel in de blaashals uit min of meer ronde tot pyramidale cellen, die zich over een wisselende afstand tussen de cellen van de oppervlakkiger gelegen lagen uitstrekken. Deze cellen liggen tamelijk dicht opeen. De kernen kleuren zich niet erg intensief. Ook het cytoplasma heeft een bleek aspect. De oppervlakkiger lagen van de mucosa bestaan uit polyedrische cellen met een centraal gelegen kern. Het totale aantal cellagen bedraagt drie tot zes. De bovenste laag wordt gevormd door grote, meestal afgeplatte cellen met een grote ronde kern. Het

cytoplasma heeft ook in de bovenste lagen een bleek aspect. De configuratie van het epitheel in de blaashals is dus die van het overgangsepitheel (fig. 1.4 ). Dit epitheel vinden we tot aan het middelste éénderde gedeelte van de urethra. Naar distaal gaande treden nu een aantal veranderingen op.

De dekcellen verdwijnen gedeeltelijk en hier en daar zijn cilindrische cellen te zien. De basale laag bestaat uit meestal kleine cellen met een ronde centrale kern. Deze zijn donker gekleurd (fig. 1.5 ). Dit epitheel van het "gemengde type" dat kenmerken bevat van zowel plaveiselepitheel als van overgangsepitheel, breidt zich uit tot aan het distale éénvierde gedeelte van de urethra. In het distale deel zijn de oppervlakkige cellen van het epitheel wat meer afgeplat en hebben kleine kernen die zich intensief kleuren. De meest oppervlakkige cellen laten hier en daar los van de ondergelegen laag en komen dan vrij in het lumen te liggen. De kernen van deze cellen zijn niet pyknotisch.

Dit epitheel behoort tot het type niet verhoornend plaveiselepitheel met een duidelijk stratum basale en een stratum filamentosum (fig. 1.6 ). We vinden dit eerst in kleine veldjes, vooral als bekleding van de kleinere crypten (fig. 1.7 ). Verder naar distaal gaande, worden deze eilandjes geleidelijk groter om tenslotte te conflueren tot een aaneengesloten gebied met niet verhoornend plaveiselepitheel, dat continu is met het epitheel van het vestibulum. Het aantal cellen is sterk toegenomen (fig. 1.8 ).

Gezien de grote individuele verschillen, die blijken te bestaan in de opbouw van het epitheel worden in de volgende paragrafen de bevindingen beschreven van die series, waarbij het epitheel te beoordelen viel.

#### 2.2.2 fertiele periode.

Prep. no. HI 6 ( 15 j.)

In het gebied van de blaashals vinden we een overgangsepitheel. Het slijmvlies is tamelijk dun en opgebouwd uit slechts enkele cellen.

De diepste cellagen bestaan, in tegenstelling tot wat we vonden in de neonatale groep, uit cellen met zeer donker gekleurde kernen. Ongeveer tweederde van de lengte van de urethra is bekleed met overgangsepitheel. Er volgt nu een zeer kort gedeelte ( 2-3 mm.), waarin geen dekcellen meer aanwezig zijn, terwijl evenals bij de neonaat cilindrische cellen in de mucosa gevonden worden. Aan de distale rand van deze zône liggen enige diepe crypten in de mucosa (fig. 1.9 ). Van hier af vinden we niet verhoornend plaveiselepitheel tot aan het orificium externum. Opvallend is dat in de bovenste lagen van het stratum filamentosum wél pyknotische kernen aanwezig zijn.

Prep. no. HI 7 ( 22 j.)

Ook in dit preparaat is de blaashals bekleed met overgangsepitheel. Dit strekt zich uit over het proximale éénderde gedeelte van de urethra. Het middelste éénderde gedeelte van de urethra is bekleed met epitheel dat doet denken aan overgangsepitheel waarin de dekcellen ontbreken. Cilindrische cellen zijn hier slechts sporadisch aanwezig. Het distale éénderde gedeelte is bekleed met niet verhoornend plaveiselepitheel.

Prep. no. HI 9 ( 31 j.)

In de blaashals treffen we goed ontwikkeld plaveiselepitheel aan. Het aantal cellagen van het stratum filamentosum bedraagt op sommige plaatsen meer dan 15. De oppervlakkige cellen zijn sterk afgeplat en bevatten kleine donker gekleurde kernen. Tevens zien we een opvallende plooïing van de basale laag. In deze plooïen dringt bindweefsel omhoog van de tunica propria (fig. 1.10 ). Veel cellen liggen los in het lumen. In dit preparaat blijkt de gehele urethra bekleed te zijn met niet verhoornend plaveiselepitheel, dat echter, vergeleken met het epitheel in de blaashals, veel minder cellagen bevat. Het stratum filamentosum telt meestal niet meer dan 3 lagen. De plooïing, zoals die in de blaashals werd aangetroffen is verder in de urethra niet aanwezig. Het stratum basale van dit epitheel wordt gekenmerkt door cellen met zeer donkere kernen. Vlak boven het orificium externum neemt het aantal cellagen weer toe. Het beeld

is dan vergelijkbaar met dat van de blaashals.

Prep. no. HI 10 ( 35 j.)

In de blaashals bevindt zich niet verhoornend plaveiselepitheel. In vergelijking met serie HI 9 is dit minder sterk ontwikkeld. Het aantal cellagen is geringer, terwijl de plooiing van de basale laag minder uitgebreid is (fig. 1.11 ). Op geringe afstand, distaal van het orificium internum gaat het niet verhoornend plaveiselepitheel over in het overgangsepitheel. Dit strekt zich uit tot aan het distale éénderde deel van de urethra. Cylindrische cellen werden niet gevonden. In het distale éénderde deel bestaat het slijmvlies weer uit niet verhoornend plaveiselepitheel. Het epitheel bevat ook hier minder cellagen als in serie HI 9. De afgeplatte cellen met pyknotische kernen ontbreken.

Prep. no. HI 11 ( 42 j.)

In het gebied van de blaashals bestaat de mucosa uit overgangsepitheel. overgangsepitheel. Dit bekleedt eveneens het proximale éénderde gedeelte van de urethra. Het middelste éénderde gedeelte is bekleed met het epitheel van het "gemengde type". Dit is slechts enkele cellagen dik en bevat geen dekcellen terwijl er weinig cilindrische cellen aanwezig zijn. In het distale éénderde gedeelte, vanaf het niveau waar diepere crypten voorkomen, bestaat de epitheelbekleding uit niet verhoornend plaveiselepitheel.

Prep. no. HI 12 ( 43 j.)

De mucosa in de blaashals is van het type niet verhoornend plaveiselepitheel. Het is zeer goed ontwikkeld met in het stratum filamentosum vaak meer dan 15 cellagen. Het strekt zich uit tot aan het orificium externum. Vergeleken met serie HI 9 zien we ook in de urethra zelf een sterk ontwikkeld plaveiselepitheel (fig. 1.12 ).

Prep. no. HI 13 ( 42 j.)

In de blaashals komen velden met niet verhoornend plaveiselepitheel voor, naast gebieden met overgangsepitheel. In de proximale urethra zien we uitsluitend een matig ontwikkeld niet verhoornend

plaveiselepitheel ( 5-10 cellagen ). Naar distaal blijft het aantal cellagen van dit epitheel gelijk.

#### 2.2.3 postmenopausale periode.

Prep. no. HI 14 ( 71 j.)

In de blaashals bevindt zich niet verhoornend plaveiselepitheel. Dit strekt zich uit over de gehele urethra. Het beeld is analoog aan dat van prep. HI 12. Ook hier is het epitheel zeer dik met vele cellagen in het stratum filamentosum .

Prep. no. HI 15 ( 73 j.)

Van dit preparaat waren alleen de blaashals en de proximale urethra voor onderzoek beschikbaar. Zowel de blaashals als de proximale urethra zijn bekleed met overgangsepitheel. De basaal gelegen cellen bevatten vele zeer donker gekleurde kernen. Het epitheel heeft gemiddeld 3-6 cellagen terwijl de dekcellen in dit preparaat vrijwel rond zijn.

Prep. no. HI 17 ( 78 j.)

De blaashals wordt bekleed met zeer dun overgangsepitheel dat slechts uit 2 tot 5 cellagen bestaat. De dekcellen zijn ovaal tot rond. Dit epitheel is eveneens aanwezig in het proximale éénderde gedeelte van de urethra. Verder naar distaal vinden we een dun epitheel zonder dekcellen. Ook zijn geen cilindrische cellen aanwezig. Het totale aantal cellagen in de mucosa bedraagt meestal niet meer dan drie. Dit epitheel strekt zich uit tot aan het niveau waar grotere crypten in de wand van de urethra verschijnen. Hier gaat het epitheel over in matig ontwikkeld niet verhoornend plaveiselepitheel.

#### 2.2.4 overeenkomsten en verschillen tussen de drie leeftijdsgroepen.

In de neonatale groep wordt een zeer constant beeld gevonden. De blaashals en het proximale éénderde gedeelte van de urethra worden bekleed met overgangsepitheel. Het distale éénvierde gedeelte van de urethra wordt bekleed met niet verhoornend plaveiselepitheel. Dit epitheel is aanwezig vanaf het niveau waarop de grotere crypten

worden aangetroffen. Het gebied tussen het proximale éénderde en het distale éénvierde gedeelte van de urethra wordt bekleed met een epitheel waarin echter vele cilindrische cellen voorkomen.

De fertiele en de postmenopausale groepen geven een zeer wisselend beeld te zien.

De blaashals en de proximale urethra kunnen bekleed zijn met overgangsepitheel of niet verhoornend plaveiselepitheel.

Het middelste gedeelte kan overgangsepitheel, niet verhoornend plaveiselepitheel of epitheel van het "gemengde type" bevatten. Het distale gedeelte is altijd bekleed met niet verhoornend plaveiselepitheel. plaveiselepitheel.

## 2.3 de urethrale klieren.

### 2.3.1 neonatale periode.

In deze leeftijdsgroep vinden wij uitsluitend in het distale éénvierde deel van de urethra enkele klieren aan de dorsolaterale en dorsale zijde van de urethra. Dit zijn eenvoudige, tubulaire of tubulo-alveolaire klieren. De afvoergangen verlopen over korte afstand evenwijdig aan het urethralumen, alvorens daarin uit te monden. Er werden geen afvoergangen waargenomen die eindigen naast het orificium externum. De bekleding van zowel de klieren als hun afvoergangen varieert van éénrijig kubisch epitheel tot pseudogelaagd cylinderepitheel. Op een aantal plaatsen worden slijmproducerende cellen aangetroffen. (fig. 1.13 en 1.14)

In de mucosa bevinden zich enige crypten. In het laatste éénvierde gedeelte nemen zij in aantal en grootte sterk toe. De crypten zijn over het algemeen bekleed met hetzelfde epitheel, dat ter plaatse in de urethra voorkomt. Slechts enkele zijn bekleed met klierepitheel.

### 2.3.2 de fertiele periode.

Reeds halverwege de urethra wordt klierweefsel aangetroffen dorsolateraal van het lumen tussen de gladde spiermantels. Naar distaal verplaatst dit klierweefsel zich in de richting van het lumen. In dit gebied worden nu rondom het lumen ook kleinere klieren

aangetroffen, waarin soms concrementen voorkomen. (fig. 1.15 en 1.16) Vrijwel alle afvoergangen eindigen vlak boven het orificium externum. in het urethralumen. De klieren en hun afvoergangen zijn bekleed met pseudogelaagd cilinderepitheel, waarin enkele slijmproducerende cellen voorkomen.

In de mucosa van de urethra bevinden zich vele kleine en grotere crypten. Deze komen over de gehele lengte voor, doch hun aantal neemt naar distaal toe. Sommige zijn bekleed met klierepitheel. Veelvuldig worden in de submucosa ter plaatse van deze crypten ontstekingsreacties waargenomen.

### 2.3.3 postmenopausale periode

In principe is de verdeling van het klierweefsel gelijk aan die in de fertiele periode. Op veel meer plaatsen zien we in het lumen van deze klieren donker gekleurde concrementen. Ook het aantal ontstekingsreacties rond de crypten is groter als in de fertiele periode. De afvoergangen van de klieren monden ook in deze groep steeds uit in het lumen van de distale urethra.

### 2.3.4 overeenkomsten en verschillen tussen de drie leeftijdsgroepen.

Met het toenemen van de leeftijd breidt het klierweefsel zich naar proximaal uit.

De klierpakketten worden groter en dringen soms tot in de spiermantels door. De klieren en hun afvoergangen worden steeds bekleed met kubisch tot pseudogelaagd cilinderepitheel. Slechts op enkele plaatsen worden slijmproducerende cellen aangetroffen.

Ook de crypten kunnen met klierepitheel bekleed zijn.

## 2.4 d e s u b m u c o s a .

### 2.4.1 neonatale periode.

Een scherpe grens tussen de submucosa en de longitudinaal verlopende gladde musculatuur is niet aan te geven. We zien steeds een betrekkelijk smal overgangsgebied waarin de gladde spierbundels dunner worden en er meer bindweefsel tussen de bundels komt te liggen.

We vinden tot dicht onder de mucosa groepjes van 3-6 gladde spiercellen. Hun verloop blijft longitudinaal. Wij treffen ze aan vanaf de blaashals tot vlak onder het diaphragma urogenitale. Lateraal van het lumen blijft de dikte van de submucosa vanaf de blaashals tot onder het diaphragma urogenitale constant. Dicht onder het diaphragma urogenitale, waar de continuïteit van de gladde spiermantels verloren gaat, neemt de dikte van de submucosa naar lateraal toe. In de blaashals is de submucosa dorsaal van het lumen tweemaal zo dik als aan de ventrale zijde. Naar distaal neemt de dikte dorsaal geleidelijk af tot ter hoogte van het diaphragma urogenitale een verhouding van één op één bestaat. Deze afname aan de dorsale zijde loopt parallel met het verstrijken van de crista urethralis. Nog verder naar distaal zien we dat de submucosa ventraal in dikte toeneemt tot, ten opzichte van de dorsale wand, een verhouding van twee op één is bereikt, op het niveau waar de gladde spiermantels hun samenhang verliezen. Tot aan het orificium externum verbreedt de submucosa zich naar alle zijden en biedt ruimte aan de hieronder te bespreken venenplexus.

**v e n e n.** In het losmazige bindweefsel van de submucosa vinden we vele venen. Zij zijn alle dunwandig en bestaan slechts uit de endotheelbekleding met een dunne tunica adventitia. De tunica media ontbreekt. De diameter is vrij klein (  $10-20\mu$  ). Hun verloop is afhankelijk van de plaats waar ze voorkomen. In de blaashals en daar juist onder, maar ook vlak boven het orificium externum zien we naast transversaal verlopende, ook vaten met een meer schuin tot longitudinaal verloop. Langs de verdere urethra is het verloop uitsluitend longitudinaal.

Een verdichting van het venennetwerk treedt op boven het orificium externum en direct onder de blaashals. Opvallend is dat de venendichtheid rond het orificium externum aanzienlijk groter is dan onder de blaashals, terwijl we daar bovendien venen aantreffen van een groter kaliber.

**a r t e r i ë n.** Tussen blaashals en diaphragma urogenitale wordt bijna elke vene begeleid door een arteriole (fig. 2.1 ). De oorsprong van deze arteriolen is drieërlei:



—Vanuit de submucosa van de blaas lopen een aantal arteriolen en kleine arteriën door in de submucosa van de urethra. We vinden deze vaten in hoofdzaak in het gebied van de blaashals.

—Tussen de spierbundels van de longitudinale spierlaag door, treden een aantal arteriolen in een min of meer transversaal vlak de submucosa binnen. Deze vaten vervolgen hun weg naar distaal in een longitudinale richting. Hun aantal is niet erg groot. We vinden deze arteriolen in de blaashals en de urethra tot vlak onder het diaphragma urogenitale aan de laterale en ventrale zijden. In de crista urethralis ontbreken deze vaten.

—De belangrijkste arteriële voorziening van de submucosa komt als volgt tot stand. In de blaashals dringen twee arteriën, de rami urethrales, van dorsolateraal de gladde musculatuur binnen in een vrijwel transversaal vlak (fig. 2.2 ). Halverwege de dikte van de spierwand buigen ze scherp naar distaal af en verlopen dan longitudinaal. Nog in de musculatuur splitsen zij zich in twee takken op.

De ene tak loopt over korte afstand in een transversaal vlak naar ventraal tot deze de submucosa bereikt heeft.

De andere tak blijft zijn weg longitudinaal in de musculatuur vervolgen.

De twee arteriën die tot onder het diaphragma urogenitale in de dorsolaterale spierwand van de urethra liggen noemen wij de rami musculares. De beide arteriën die in de submucosa zijn doorgedrongen buigen ook scherp naar distaal af zodat we ook in de submucosa twee arteriën vinden, dorsolateraal van het lumen, de rami submucosi.

We zien dit patroon duidelijk in fig. 2.4. Ook deze arteriën zijn goed te vervolgen tot vlak onder het diaphragma urogenitale (fig. 2.3 ).

In het traject door de submucosa worden vele arteriolen afgegeven.

arterio - veneuze anastomosen. Tussen de arteriolen en venen bevinden zich op een aantal plaatsen capillaire verbindingen.

Deze zijn kort en vertonen geen windingen. Noch aan de arteriële zijde, noch aan de veneuze kant wijkt de bouw van de wand af van de normale bouw van een capillair. Door hun kleine diameter liggen ze veelal binnen de coupedikte (  $10 \mu$  ).

elastine. In de coupes van de blaashals verloopt het elastine aan de ventrale zijde van het lumen circulair. In de sagittale coupes zijn deze te zien als kleine zwarte puntjes. Lateraal van het lumen buigen zij geleidelijk naar craniaal af.

Aan de dorsale zijde loopt het elastine volledig longitudinaal. Naar distaal gaande, zien we dat aan de ventrale zijde steeds meer longitudinaal verlopende elastinevezels verschijnen, tot we, direct onder de blaashals rondom het lumen uitsluitend longitudinaal gerichte vezels aantreffen.

Deze zijn zeer dun. Tussen deze vezels bestaan geen onderlinge verbindingen. We zien steeds solitaire, parallel verlopende vezels. Aan de ventrale zijde vinden we driemaal zoveel elastine als in de crista urethralis. Met het afnemen van de crista wordt de elastinedichtheid groter tot we op het niveau van het diaphragma urogenitale ventraal en dorsaal een gelijke verhouding vinden. Onder het diaphragma neemt de hoeveelheid elastine, met name ventraal, sterk toe. De vezels zijn hier ook wat dikker. Halverwege het diaphragma en het orificium externum waaiëren de vezels naar lateraal uit en vormen dan een netwerk tot aan het orificium externum. Aan de dorsale zijde verdwijnt het elastine vrijwel geheel.

#### 2.4.2 fertiele periode

De submucosa is in bijna alle preparaten duidelijk af te grenzen van de gladde longitudinaal verlopende spierlaag. Op de grens bevindt zich een overgangsgebied, waar de gladde spierbundels dunner worden, terwijl er meer bindweefsel tussendringt. Het bindweefsskelet van de submucosa is collageenrijk met longitudinale vezels. Hierin liggen, vooral tussen orificium internum en diaphragma urogenitale, dunne solitaire spierbundeltjes eveneens in longitudinale richting georiënteerd. Zij liggen tot dicht onder de mucosa. Aan de dorsale zijde, in de crista urethralis, vinden wij naast kleine ook grotere spierbundels, waardoor hier de grens tussen submucosa en de gladde musculatuur vervaagt (fig. 2.5).

Onder het diaphragma urogenitale wordt hun aantal snel kleiner, terwijl vlak boven het orificium externum nog maar enkele van deze

bundels in de submucosa aangetroffen worden. In dit distale gebied is de buitenste begrenzing van de submucosa niet meer aan te geven aangezien de continuïteit van de spiermantels verbroken is. Evenals in de neonatale periode blijft de dikte van de submucosa aan de laterale zijde van het lumen vrij constant vanaf het orificium internum tot dicht onder het diaphragma urogenitale. In de blaashals is de submucosa dorsaal dikker als ventraal, maar de verhouding bedraagt hier niet, zoals in de vorige groep, 2:1 maar ongeveer 3:2, aangezien de crista urethralis minder dik is als in de neonatale groep. Met het verstrijken van de crista urethralis in de richting van het diaphragma urogenitale neemt ook de dikte van de submucosa aan de dorsale zijde af tot de dikte dorsaal en ventraal gelijk geworden is (ongeveer 1 mm.). Onder het diaphragma urogenitale verbreedt de submucosa zich geleidelijk naar alle kanten. Naar dorsaal is deze verbreding niet zo groot als naar ventraal en lateraal.

venen. Over de gehele lengte van de urethra treffen we in de submucosa een groot aantal venen aan. De dichtheid en de bouw van deze vaten is afhankelijk van de plaats waar zij voorkomen. Dicht onder de mucosa liggen venen met een diameter van 30-50  $\mu$ . Deels liggen zij direct tegen het epitheel, deels zijn zij daarvan gescheiden door zeer weinig bindweefsel. Hun verloop is zuiver longitudinaal (fig. 2.6). De venen zijn dunwandig en regelmatig van vorm. Zij zijn gelijkmatig rond het lumen verdeeld vanaf de blaashals tot direct onder het diaphragma urogenitale. Ongeveer  $\frac{1}{2}$  cm. tot 2 cm. onder het orificium internum ligt een dichte venenplexus. De bouw van deze vaten wijkt totaal af van de structuur van alle andere venen in de submucosa van de urethra. Door hun bouw doen ze eerder denken aan caverneuze ruimten dan aan venen (fig. 2.7). Deze veneuze ruimten zijn onregelmatig van vorm en liggen dicht tegen elkaar aan. De vaatwanden vertonen plooien, die dwars of schuin op de lengterichting van de venen staan. Deze septa zijn halvemaaanvormig en kunnen tot halverwege in het lumen reiken. Afhankelijk van de richting waarin de venen aangesneden zijn, imponeren zij als partiële en totale septa (fig. 2.8).

In een aantal venen zien we "bindweefseilandjes" die bekleed worden door endotheelcellen. Dit beeld kan ontstaan wanneer poliepachtige vormsels, die het lumen binnendringen, dwars worden aangesneden (fig. 2.9). Dit beeld wordt verduidelijkt door middel van een ruimtelijk model (fig. 2.10 ). Zoals hierboven reeds is aangegeven beperkt deze veneuze plexus zich tot het proximale gedeelte van de urethra. Opvallend is dat de plexus zich in hoofdzaak beperkt tot de ventrale en laterale delen van de submucosa.

Distaal, proximaal van het orificium externum ligt opnieuw een venenplexus. Deze is anders gebouwd dan de proximale plexus. De wand van de venen is dun en zij hebben een kleine diameter met een regelmatige wand. Zij breiden zich naar alle zijden uit en dringen, in tegenstelling tot de proximale plexus, door tussen de gladde spierbundels die hier niet meer aaneengesloten liggen. De venen in deze distale plexus zijn niet aan één richting gebonden.

**a r t e r i ë n.** De arteriële bloedvoorziening komt in principe overeen met die, in de neonatale series. Ook hier kunnen weer drie systemen onderscheiden worden.

In de eerste plaats lopen een aantal arteriolen vanuit de submucosa van de blaas door in de urethra. Deze vaten beperken zich tot het gebied van de blaashals. Verder zien we dat arteriolen vanuit de longitudinale gladde musculatuur de submucosa binnenkomen. Dit gebeurt over vrijwel de gehele lengte van de urethra, van orificium internum tot onder het diaphragma urogenitale, doch uitsluitend aan de laterale en ventrale zijden. Evenals bij de neonaten komt ook hier de belangrijkste arteriële bloedvoorziening, dorsolateraal van het orificium internum de urethra binnen.

Links en rechts dringt een arterie ( r. urethralis) door in de musculatuur van de trigonale plaat en verloopt vervolgens over korte afstand longitudinaal. Ter hoogte van de onderrand van de blaashals splitst elke arterie zich op in twee of meer takken, waarvan steeds één tak longitudinaal in de muscularis blijft verlopen, de r. muscularis. Deze volgt de laterale rand van het later te bespreken diepe trigonum en is goed te volgen tot onder het diaphragma urogenitale, waar hij zich opsplijt in een aantal kleinere takken.

Wanneer bij de proximale splitsing slechts twee takken ontstaan dan loopt de tweede tak in een transversaal vlak naar de submucosa en buigt dan af naar distaal. Deze arterie, de r. submucosus, heeft een sterk slingerend verloop (fig. 2.11 ). Zijn er bij de proximale afsplitsing meerdere takken dan loopt de grootste, zoals juist beschreven naar de submucosa, terwijl de overige in ongeveer dezelfde richting meelopen om ook van dorsaal de submucosa binnen te dringen. Hun verloop is in de submucosa eveneens longitudinaal maar zij verlopen vrijwel gestrekt. Het vertakingspatroon van deze laatste arteriën is niet erg constant. Zo zien we in serie HI 11 rechts dorsolateraal van het lumen één arterie, terwijl aan de linkerkant drie vaten te zien zijn. In serie HI 7 lopen aan de linkerzijde twee, aan de rechterzijde drie arteriën.

Alle genoemde arteriën geven op hun weg naar distaal zijtakken af die zich in de submucosa verspreiden. We vinden in het proximale en middelste gedeelte van de urethra een aantal arteriën dat varieert tussen 20 en 30. Hun diameter bedraagt  $50\mu$  tot  $200\mu$  . Ongeveer 60% van deze vaten is afkomstig van de rr. submucosi. Onder het diaphragma urogenitale zien we nog zeer weinig arteriolen terwijl ook de twee rr. submucosi zich volledig hebben opgesplitst en niet meer als zodanig te herkennen zijn.

a r t e r i o - v e n e u z e a n a s t o m o s e n . Dicht onder de mucosa zien we in een aantal coupes directe verbindingen tussen arteriolen en venulen. Het verbindende vaatje loopt loodrecht op de arteriole en gaat of direct over in een vene, die tegen de arteriole aan ligt, of mondt uit in een dichtbij gelegen vene. In het eerste geval is de shunt nauwelijks langer dan de wanddikte van de arteriole (fig. 2.12 ). In het tweede geval vertoont de wand van de anastomose eerst nog enige kenmerken van een kleine arteriole, te weten een dunne tunica media met slechts enkele spiercellen, maar al snel krijgt de wand van dit vaatje de kenmerken van een venulewand, namelijk een endotheelbekleding met daartegen aan slechts enkele pericyten en een weinig collageen.

De vene krijgt een grotere diameter en gaat dan over in een vene. Deze directe vorm van arterioveneuze anastomosen zien we onder

de mucosa in een gebied dat zich uitstrekt vanaf de blaashals tot en met het diaphragma urogenitale, dus dat gebied waar tevens de longitudinale venen onder de mucosa liggen.

Een andere verbinding tussen arteriolen en venen vinden we dieper in de submucosa. De bouw hiervan is ingewikkelder. Een arteriole met een diameter van ongeveer  $100\mu$ , neemt vrij snel in dikte af en krijgt een sterk slingerend verloop. De elastine membraan verdwijnt vrijwel geheel voordat het slingerend traject begint, de adventitia wordt smaller of is nauwelijks meer aanwezig. De belangrijkste verandering treedt echter op in de tunica media. Deze wordt zeer veel breder en daarin zien we grote epitheloide cellen. Vanaf dat punt neemt de wanddikte toe. Deze epitheloide cellen zijn min of meer rond en hebben een forse kern. Door het heldere cytoplasma zijn de celgrenzen moeilijk aan te geven, de kern kleurt zich redelijk goed en bevat één of meer nucleoli.

De epitheloide cellen zijn gerangschikt in één tot wel vier of vijf lagen. Het deel van de anastomose waarin deze cellen zich bevinden wisselt in lengte. In een aantal gevallen wordt de instroomopening in de vene geflankeerd door twee solitaire cellen (fig. 2.13). Deze reiken tot aan het lumen. Dit type anastomose beperkt zich tot de diepere submucosa en komt vooral voor dichtbij de gladde spiermantel. Een frontale doorsnede door het proximale gedeelte van de urethra, waarin het lumen en de laterale wanden van de urethra werden getroffen, bevat ongeveer 20 arterioveneuze anastomosen. elastine. In de blaashals, aan de ventrale zijde van het lumen, heeft het elastine twee hoofdrichtingen. Tegen de gladde musculatuur ligt een gebied met dunne longitudinaal verlopende vezels. Naar het lumen toe lopen de vezels circulair (fig. 2.14). Deze zijn ongeveer twee maal zo dik. Met name in de sagittaal gesneden serie HI 6 is te zien dat het perifere gebied met de longitudinaal verlopende vezels naar distaal breder wordt, terwijl de zone met dwarsgetroffen elastinevezels zich juist versmalt.

Aan de distale begrenzing van de blaashals zijn geen circulair verlopende vezels meer aanwezig. In de transversale doorsnede zien

we dat de circulair verlopende vezels in de blaashals het lumen aan de ventrale zijde halvemaaanvormig omgeven om vervolgens aan de laterale zijde van het lumen naar dorsocraniaal te verlopen. Deze vezels worden in de frontale coupes schuin aangesneden.

Aan de laterale zijde van het lumen lopen de elastische vezels diep in de submucosa longitudinaal. De grens tussen deze longitudinaal verlopende vezels en de meer schuin verlopende is niet scherp aan te geven. Beide systemen zijn deels met elkaar verweven.

De meer perifeer gelegen vezels zijn dunner dan de meer centraal gelegen elastinevezels. Aan de dorsale zijde, in de crista urethralis, worden uitsluitend vezels met een longitudinaal verloop aangetroffen. We kunnen dus twee systemen onderscheiden:

- een binnenste, waarbij de vezels van dorsocraniaal naar ventrocaudaal afhangen en in een transversaal vlak het lumen aan de voorzijde omgeven. Dit systeem beperkt zich tot de blaashals.

- een buitenste systeem, dat vanuit de submucosa van de blaaswand longitudinaal verder loopt in de urethrawand. In alle preparaten verloopt distaal van de blaashals het elastine longitudinaal. De elastische vezels hebben geen onderlinge verbindingen (fig. 2.15 ). Het elastine beperkt zich steeds tot de submucosa en dringt niet tussen de spierbundels van de longitudinale musculatuur. Vanaf de blaashals tot direct onder het diaphragma urogenitale blijft de dichtheid van het elastine aan de ventrale zijde gelijk. Aan de dorsale zijde wordt de dichtheid naar distaal groter met het afnemen van de crista urethralis, zodat ter hoogte van het diaphragma urogenitale aan de ventrale en dorsale zijde de dichtheid gelijk is. Onder het diaphragma urogenitale neemt de hoeveelheid elastine sterk toe, met name ventraal. In de frontale coupes is te zien dat ook het vezelverloop hier gaat veranderen. De vezels waaieren uit naar lateraal. Naast deze, naar laterocaudaal verlopende vezels zien we echter ook elastinevezels in andere richtingen verlopen. (fig. 2.16 ). Hierdoor ontstaat boven het orificium externum een netwerk van elastine. Opmerkelijk is dat de elastinevezels hier zeer veel dikker zijn dan in de proximale urethra.

#### 2.4.3 postmenopausale periode.

Evenals in de vorige groep is de grens tussen submucosa en gladde musculatuur duidelijk waar te nemen. Er is slechts een klein overgangsgebied waar de longitudinale gladde spierbundels in diameter afnemen en er meer bindweefsel tussendringt. Aan de dorsale zijde, in de crista urethralis, liggen meer en grotere spierbundels dan in de rest van de submucosa. Hier wordt de submucosa begrensd door de trigonale plaat, die zich duidelijk onderscheidt door een ander verloop van de spiervezels.

Vanaf de blaashals tot aan het diaphragma urogenitale is de dikte van de submucosa aan de ventrale en laterale zijden ongeveer gelijk. Door de sterke afvlakking van de crista urethralis is de dikte van de submucosa dorsaal en ventraal eveneens gelijk. Onder het diaphragma urogenitale verliest de spiermantel, op een hoger niveau dan in de neonatale en fertiele periode, zijn samenhang. De submucosa breidt zich hier naar perifeer uit. Dit is voornamelijk het geval aan de ventrale en laterale zijden.

**v e n e n.** De verdeling van de venen komt in principe overeen met die in de neonatale en fertiele periode. Direct onder de blaashals ligt een concentratie van venen, over een lengte van ongeveer  $1\frac{1}{2}$  cm. Meer naar distaal is het aantal venen constant tot aan het diaphragma urogenitale. Daaronder neemt hun aantal weer geleidelijk toe, tot de distale venenverdichting boven het orificium externum. Opvallend is, dat de venen zich over de gehele lengte van de urethra uitbreiden tot tussen de spierbundels van de longitudinale spiermantel. De vaten in de distale plexus zijn dunwandig. Zij hebben een ongeveer gelijke diameter als de overeenkomstige venen in de fertiele periode. Naast longitudinaal verlopende, vinden we ook vaten met een meer schuin tot transversaal verloop. De bouw van de overige venen wijkt sterk af van die zoals beschreven bij de fertiele periode. Zij hebben een dikkere wand, veroorzaakt door een goed ontwikkelde adventitia. Een tunica media ontbreekt echter ook hier. Zowel de venen direct onder de mucosa, als de venen van de proximale plexus zijn opvallend wijd. (fig. 3.21 ). De wanden zijn glad en hebben geen



instulpingen. Septa ontbreken. Sommige venen hebben een diameter tot 1 mm. Deze relatief grote venen hebben een iets dunnere wand als de kleinere vaten. Het verloop van de venen is ook in de proximale plexus hoofdzakelijk longitudinaal.

**a r t e r i ë n.** Rondom het lumen liggen een aantal arteriolen , die vrijwel alle een nogal slingerend longitudinaal verloop hebben. Ook hier zien we dat deze vaten op drie manieren de submucosa kunnen binnenkomen. Een aantal arteriolen loopt vanuit de submucosa van de blaas door tot in de submucosa van de urethra. Zij zijn tot enkele millimeters onder de blaashals te volgen maar verliezen zich dan snel in kleinere takken. Tussen blaashals en diaphragma urogenitale dringen tussen de spierbundels van de gladde longitudinale spierlaag door, een aantal arteriën de submucosa binnen.

Dit gebeurt met name aan de ventrale en laterale zijden. Het grootste deel van de arteriolen is ook in deze groep afkomstig van twee arteriën, die ter hoogte van de onderrand van de blaashals aan de dorsolaterale zijde de submucosa binnenkomen. Hun verloop is gestrekt, en zij lopen in een schuin vlak van craniodorsaal naar ventrocaudaal. Een afsplitsing van een ramus muscularis is niet waargenomen. Wel worden een aantal vaten waargenomen, die de submucosa binnenkomen. In de submucosa liggen rondom het lumen slechts een tiental vaten met een diameter van 50-100  $\mu$  . Het aantal zijtakjes dat zij afgeven is veel geringer als in de preparaten van de fertiele periode.

**a r t e r i o - v e n e u z e a n a s t o m o s e n .** Op een aantal plaatsen, met name tussen blaashals en diaphragma urogenitale, worden arterioveneuze anastomosen aangetroffen. Direct onder de mucosa zien we uitsluitend directe verbindingen tussen venen en arteriolen, zoals beschreven is in de fertiele periode. In de postmenopausale periode vinden we dit type anastomose ook tussen de dieper gelegen vaten.

Zeer sporadisch en dan nog uitsluitend in de proximale plexus, zien we arterioveneuze configuraties met epitheloide cellen in de wand. Deze wordt hierdoor iets dikker.

In alle preparaten is hun aantal steeds zeer gering en zij vormen nooit meer dan één cellaag. De anastomose is meer gestrekt dan de beschreven verbindingen in de fertiele periode. Aan het eind van zijn traject gaat het vaatje met een scherpe bocht over in een vene. elastine. In de blaashals is het elastine in hoofdzaak longitudinaal georiënteerd met slechts weinig min of meer circulair verlopende vezels. De elastinevezels zijn dik en hun aantal is groot. De dichtheid van het elastine is ongeveer 3 maal zo groot als die in de preparaten van de fertiele periode. Dit is zowel het geval in de blaashals als in het gebied tussen blaashals en diaphragma urogenitale. In dit laatste gebied is alle elastine zuiver longitudinaal georiënteerd. De vezels liggen parallel en er bestaan geen onderlinge verbindingen. Rondom het lumen is het elastine gelijkmatig verdeeld. Onder het diaphragma urogenitale waaieren de vezels geleidelijk naar alle zijden uit, vooral naar lateraal en ventraal. De dichtheid neemt hier sterk toe. Naast de uitwaaierende vezels van het longitudinaal verlopende elastine zien we nu ook veel vezels die georiënteerd zijn in andere richtingen. Hierdoor, en door het feit dat de dichtheid naar distaal groter wordt, en door de toenemende dikte van de vezels, ontstaat een amorph beeld (fig. 2.17 ). Vlak boven het orificium externum is een dicht netwerk van elastine aanwezig.

#### 2.4.4 overeenkomsten en verschillen tussen de drie leef tijdsgroepen.

Bij alle groepen ligt op de grens van de submucosa en de gladde musculatuur een smalle overgangszône waarin de gladde longitudinale spierbundels dunner worden en er meer bindweefsel tussendringt. In de postmenopausale periode is de grens aan de dorsale zijde alleen aan te geven op grond van het longitudinale vezelverloop, ten opzichte van het meer schuine verloop der spierbundels van de trigonale plaat. Tussen blaashals en diaphragma urogenitale is de submucosa in alle groepen aan de ventrale en laterale zijden even dik. Dorsaal is de dikte gerelateerd aan de ontwikkeling van de crista urethralis. Bij de neonaten, waar een goed ontwikkelde crista urethralis aanwezig is, is ter hoogte van de blaashals de submucosa dorsaal tweemaal zo dik

als ventraal. In de postmenopausale periode, waar de crista vrijwel geheel verstreken is, is de dikte zowel ter hoogte van de blaashals als ter hoogte van het diaphragma urogenitale ventraal en dorsaal gelijk.

In de neonatale en fertiele preparaten neemt de dikte van de submucosa aan de dorsale zijde, van proximaal naar distaal af. Ter hoogte van het diaphragma urogenitale is in alle leeftijdsgroepen de dikte van de submucosa dorsaal en ventraal gelijk. Onder het diaphragma urogenitale verbreedt de submucosa zich geleidelijk naar ventraal en lateraal en, in mindere mate, ook naar de dorsale kant. In de postmenopausale groep gebeurt dit op een grotere afstand van het orificium externum als in de neonatale en fertiele periode. In alle groepen vinden we longitudinaal verlopende gladde spierbundels in de submucosa. In de neonatale periode liggen zij over de gehele lengte gelijkmatig rond het lumen verspreid. In de fertiele en postmenopausale periode is hun dichtheid in de blaashals aan de dorsale zijde groter, terwijl de spierbundels daar ook dikker zijn. Naar distaal neemt hier het aantal spierbundels geleidelijk af tot, ter hoogte van het diaphragma urogenitale, de spierbundels gelijkmatig rond het lumen verdeeld zijn. Onder dit niveau vermindert hun aantal snel tot we boven het orificium externum nog maar enkele longitudinaal georiënteerde bundeltjes aantreffen.

**v e n e n.** In alle groepen vinden we een groot aantal venen die zich zowel direct onder de blaashals, als boven het orificium externum verdichten tot een plexus. De proximale plexus bestaat bij de neonaat uit kleine dunwandige venen met een hoofdzakelijk longitudinaal verloop. In de fertiele periode zijn de venen van deze plexus, die zich over een afstand van ongeveer  $1\frac{1}{2}$  cm. uitstrekt, gekenmerkt door een sterke transversale plooiing in de wand, waardoor hier en daar schijnbare septa ontstaan. In de postmenopausale groep is deze plooiing verdwenen en zijn de venen erg wijd. Tevens bezitten de vaten in deze laatste groep een dikkere wand. Ook in de laatste twee groepen is het verloop van de venen hoofdzakelijk longitudinaal. In de crista urethralis is het aantal vaten geringer dan ventraal en lateraal van het lumen.

Tussen blaashals en diaphragma urogenitale vinden we direct onder de mucosa venen met een zuiver longitudinaal verloop, zonder plooiingen in de wand. Deze venen zijn bij de neonat nog weinig ontwikkeld. De bouw van de distale plexus is bij alle leeftijdsgroepen gelijk. De venen zijn dunwandig en van een klein kaliber. Zij zijn niet in een bepaalde richting georiënteerd.

a r t e r i ë n. De arteriën bereiken de submucosa langs drie wegen.

- Vanuit de submucosa van de blaas lopen een aantal arteriolen over in de submucosa van de urethra. We treffen deze vaten aan in een klein gedeelte van de proximale urethra.

- Een aantal arteriolen dringt in een ongeveer transversaal vlak tussen de spierbundels van de longitudinale gladde spierlaag door om daarna hun weg naar distaal in de submucosa te vervolgen. Dit gebeurt vooral ventraal en lateraal van het lumen.

- Dorsolateraal van het orificium internum loopt beiderzijds een arterie langs de onderrand van het diepe trigonum. Deze arteriën lopen lateraal in de trigonale plaat naar distaal. Ter hoogte van de onderrand van de blaashals splitst deze arterie zich op in een ramus muscularis, die zijn weg vervolgt in de trigonale plaat, en een ramus submucosus, die in een transversaal vlak de submucosa binnenkomt en vervolgens scherp afbuigt naar distaal.

Bij de neonaten geeft deze laatste tak een groot aantal zeer kleine arteriolen af, zodanig dat vrijwel elke vene begeleid wordt door een arteriole. In de fertiele periode is het beeld anders. Het deel van de ramus submucosus, dat bij de neonaten transversaal de submucosa binnenkomt verloopt hier in een schuiner vlak. De arterie heeft binnen de submucosa een sterk slingerend verloop. Het aantal zijtakken is kleiner dan bij de neonat maar de diameter van deze vaten is groter. Zowel in de neonatale als in de fertiele periode zijn de rami submucosi en de rami musculares te vervolgen tot vlak onder het diaphragma urogenitale. Daar verliezen zij zich in een aantal kleine vertakkingen. In de postmenopausale periode zagen wij deze arteriën niet. Het aantal arteriolen in de submucosa is in deze periode geringer dan in de fertiele.

arterio-veneuzen anastomosen. Bij de neonaten zagen wij op een aantal plaatsen korte verbindingen tussen arteriolen en venen op capillair niveau. In de fertile en postmenopausale periode kunnen twee typen arterio-veneuzen anastomosen worden onderscheiden.

- Het eerste type bestaat uit een vaatje, met de bouw van een venule, dat een arteriole verbindt met een nabij gelegen vene. Dit type wordt, tussen de blaashals en het diaphragma urogenitale, dicht onder de mucosa aangetroffen.

- Het tweede type arterio-veneuzen anastomose heeft aan de arteriële zijde de bouw van een arteriole. Voordat het vat in een vene uitmondt, krijgt het een sterk slingerend verloop, terwijl in de wand epitheloïde cellen verschijnen. Dit type anastomose wordt hoofdzakelijk gevonden in de proximale venenplexus. In de postmenopausale periode is het aantal van deze shunts sterk verminderd. Anastomosen van het eerste type vinden we hier ook in de diepere submucosa.

elastine. In de blaashals van de neonat zien we aan de ventrale zijde elastine met een hoofdzakelijk circulair verloop. Aan de laterale zijde verlopen de elastische vezels van dorsocraniaal naar ventrocaudaal.

Dorsaal in de blaashals is het verloop uitsluitend longitudinaal. Tussen blaashals en diaphragma urogenitale lopen de elastische vezels zuiver longitudinaal. Deze zijn zeer dun en hebben geen onderlinge verbindingen. Onder het diaphragma waaieren zij naar lateraal uit, terwijl aan de dorsale zijde nauwelijks meer elastine aanwezig is. In de fertile periode kunnen we in de blaashals twee systemen van elastische vezels onderscheiden.

- Een binnenste systeem, waarbij de vezels van dorsocraniaal naar ventrocaudaal afhangen om vervolgens in een vrijwel transversaal vlak het lumen aan de voorzijde te omgeven.

- Daarnaast zien we een buitenste systeem van longitudinaal verloopende vezels aan de laterale en ventrale zijde van de blaashals. Dorsaal verloopt het elastine altijd longitudinaal. Van blaashals tot en met het diaphragma urogenitale blijft het elastineverloop longitudinaal.

Onder het diaphragma urogenitale neemt de hoeveelheid elastine sterk toe, met name aan de ventrale zijde. De vezels zijn hier ook dikker dan in de proximale urethra. Bovendien waaieren zij hier uit, zodat boven het orificium externum een elastisch netwerk ontstaat. In de postmenopausale periode heeft het elastine dezelfde architectuur als in de fertiele periode. De dichtheid van het elastine is echter zeker driemaal zo groot als in de fertiele periode, terwijl de vezels ook nog dikker zijn.

## 2.5 de gladde musculatuur van blaashals en urethra.

### 2.5.1 neonatale periode.

De musculus detrusor. Ventraal, in het onderste gedeelte van de blaaswand, zijn er in de musculus detrusor duidelijk drie lagen te onderscheiden (fig. 3.1 ). De buitenste laag bestaat uit dikke, hoofdzakelijk longitudinaal verlopende bundels met daartussen brede bindweefselsschotten. Zij is door een tamelijk dikke laag bindweefsel gescheiden van de middelste spierlaag . Deze bestaat uit dicht opééngepakte, forse , circulair verlopende bundels. De binnenste laag is zeer dun en wordt gevormd door, in vergelijking met de vorige, veel kleinere longitudinaal verlopende bundeltjes. Deze spierbundeltjes liggen vrij ver van elkaar.

Lateraal zien wij slechts twee lagen. De buitenste laag is hier veel dunner dan aan de ventrale zijde. De vezels verlopen schuin naar ventrocaudaal. De spierbundels liggen dicht tegen de middelste laag, die nog een hoofdzakelijk circulair verloop heeft. De binnenste, longitudinale laag is hier niet meer aanwezig. Dorsaal in de blaashals wordt de spierwand hoofdzakelijk gevormd door de musculatuur van het trigonum vesicae. Lateraal wordt deze trigonale musculatuur begrensd door twee detrusorbundels die schuin naar ventrocaudaal verlopen. Deze bundels gaan naar ventraal over in de middelste detrusorlaag. Dorsaal van het trigonum ligt mediaal, een op doorsnee ovaal gebied, met longitudinaal verlopende detrusorbundels.

Zowel de genoemde dorsolaterale, als de mediale detrusorbundels zijn afkomstig van de buitenste longitudinale spierlaag van de achterste blaaswand. Zij liggen direct aan tegen de ventrale vaginawand.

De buitenste detrusorlaag. De buitenste detrusorlaag, die alleen ventraal en lateraal van de blaashals aanwezig is, zet zich naar distaal voort, buiten de dwarsgestreepte spiermantel, tot aan het diaphragma urogenitale. Onder het orificium internum buigt het merendeel van de lateraal van het lumen gelegen bundels naar ventraal af. Naar distaal wordt het aantal bundels geringer, terwijl

hun dikte gelijk blijft. Sommige bundels buigen naar lateraal af, waarbij zij andere kruisen. Zij eindigen in het parurethrium. Er ontstaat dus een soort vlechtwerk dat de urethra aan de voorzijde bekleedt tot aan het niveau van het diaphragma urogenitale. Daaronder zijn deze bundels niet meer aanwezig.

**De middelste detrusor laag.** De dikke spierbundels die ventraal van het orificium internum circulair verlopen (fig. 3.2 ), buigen aan de laterale zijde naar dorsocraniaal af. Dorsolateraal in de blaashals gaan de bundels steeds steiler verlopen zodat in de transversale coupes de vezels bijna dwars getroffen zijn. De vezels van de detrusorlaag vormen zodoende een lus, die het orificium internum aan de voorzijde omgeeft en naar achteren toe open is, waarbij de benen van de lus de trigonale musculatuur aan de dorsolaterale zijde begrenzen. Deze lus vormt aan de ventrale zijde de middelste laag, aan de dorsolaterale zijde de buitenste laag van de musculus detrusor.

De dikte van de spierbundels en hun dichtheid blijft hierbij constant. Lateraal ligt deze laag aan tegen de hiervoor beschreven buitenste detrusorlaag (fig. 3.3 ), dorsolateraal bestaan innige contacten met de trigonale musculatuur. De detrusorbundels zijn van de trigonale musculatuur te onderscheiden doordat zij dikker zijn. Ventraal van het orificium internum breiden de meest ventraal gelegen spierbundels van de detrusorlus zich naar distaal uit. Dit heeft tot gevolg dat de lus op sagittale doorsnede een min of meer driehoekige vorm heeft. De bundels daar ter plaatse zijn dunner en liggen minder dicht opéén. De voorzijde van de detrusorlus wordt bedekt door het vlechtwerk van bundels uit de buitenste detrusorlaag, terwijl aan de binnenzijde van de lus zich de nog te bespreken musculatuur van de trigonale ring bevindt.

Dorsaal van het trigonum, ligt de dorsomediale detrusorslip. Deze wordt van de ventrale vaginawand gescheiden door een smalle bindweefselspleet (fig. 3.5 ).

De grote bundels van de dorsomediale detrusoruitbreiding waaieren uit in de trigonale musculatuur (fig. 3.4 ). De naar distaal smaller



wordende slip is te volgen tot een niveau dat gelijk ligt met de onderrand van de detrusorlus.

De binnenste detrusorlus. Deze laag wordt alleen ventraal en ventrolateraal aangetroffen in de blaashals. Zij bestaat uit longitudinale spierbundeltjes, die van elkaar gescheiden zijn door veel bindweefsel. Naar distaal neemt hun aantal af en zij eindigen ter hoogte van het orificium internum, juist binnen de trigonale ring.

De trigonale uitbreiding en de gladde urethramusculatuur. Het trigonum vesicae bestaat uit twee lagen. De binnenste, het oppervlakkige trigonum, bestaat uit dunne, longitudinaal gerichte spierbundels, die in losmazig bindweefsel liggen, dat eveneens een longitudinale oriëntering heeft. De afgrenzing ten opzichte van de submucosa is daardoor moeilijk. De spierbundels convergeren naar het orificium internum en lopen dorsaal daarvan door in de crista urethralis. Tot aan het niveau van het diaphragma urogenitale zijn zij goed te volgen.

De buitenste laag, het diepe trigonum, wordt gevormd door dunne, circulair gerichte spiervezeltjes, die dicht op één liggen in compact bindweefsel (fig. 3.6). Reeds boven het orificium internum breiden zij zich naar lateraal uit en omsluiten ter hoogte daarvan het lumen geheel. De zo ontstane ring van gladde musculatuur neemt naar lateraal in dikte af en is aan de ventrale zijde het dunst. Dit is de trigonale ring. Deze ring is goed te onderscheiden van de detrusorlus, doordat de bundels dunner zijn en het bindweefsel waarin zij liggen veel compacter is (Vergelijk fig. 3.2 en fig. 3.6).

Het craniale gedeelte van de trigonale ring wordt lateraal en ventraal begrensd door bundels van de detrusorlus. Het caudale gedeelte van de ring wordt aan de ventrale en laterale zijde begrensd door de hier beginnende dwarsgestreepte urethramusculatuur. Aan de ventrale zijde strekt de trigonale ring zich uit over ongeveer  $\frac{1}{5}$  deel van de urethralengte. Aan de laterale zijde is de hoogte van de ring iets geringer. De hoek, die de trigonale ring maakt met de lengteas van de proximale urethra bedraagt ongeveer  $100^{\circ}$ .

Tussen de circulaire vezels van de ring zien wij, naar distaal gaande, steeds meer longitudinaal gerichte spierbundels verschijnen. Deze convergeren naar het lumen van de proximale urethra toe. Er ontstaat zo in de trigonale ring een soort trechter van longitudinale componenten. De voortzetting hiervan naar distaal vormt de longitudinale gladde spiermantel van de urethra. Buiten deze longitudinale laag ligt een smalle zône van circulair verlopende spierbundels, die een voortzetting lijkt te zijn van de trigonale ring. Dit is de circulaire gladde spiermantel van de urethra.

De continuïteit van de beide spiermantels van de urethra met de trigonale ring is duidelijk te zien op de sagittaal gesneden coupes. In de transversaal gesneden serie zien we dat de gladde spiermantels de urethra hoefijzervormig omgeven. Aan de dorsale zijde wordt de ruimte tussen de benen van het hoefijzer opgevuld door de uitbreiding van het diepe trigonum naar distaal, de trigonale plaat. Direct onder de trigonale ring is de circulaire spiermantel dikker dan de longitudinale. Zij neemt naar distaal echter snel in dikte af terwijl de longitudinale spiermantel juist in dikte toeneemt, totdat de longitudinale laag ongeveer 6 tot 10 maal zo dik is als de circulaire.

De longitudinale laag is compact, met vrij dikke spierbundels waartussen weinig bindweefsel ligt. De circulaire laag daarentegen toont een losser aspect, de spierbundels zijn dunner en onderling gescheiden door zoveel bindweefsel, dat in sommige coupes van de transversaal gesneden serie zelfs geen circulair verlopende vezels worden aangetroffen.

Zowel de circulaire als de longitudinale spiermantels zijn aan de ventrale zijde van het lumen dunner als aan de laterale zijde. De vezels van de circulaire laag eindigen in de trigonale plaat. De longitudinale laag legt zich aan tegen de ventrolaterale zijde van de trigonale plaat. De diameter van de spierbundels is hier kleiner geworden. Op sommige plaatsen zien wij vezels afwijken van hun longitudinale verloop en in een schuin vlak de trigonale plaat binnendringen.

De trigonale plaat onderscheidt zich van de gladde spiermantels

doordat alle spierbundels zeer dun zijn en liggen in een dicht bindweefsel skelet. De meest proximale vezels lopen transversaal, meer naar distaal vormen zij een netwerk. Daarbij neemt de hoeveelheid spierweefsel af, terwijl de hoeveelheid bindweefsel toeneemt. Tot aan het niveau van het diaphragma urogenitale is de trigonale plaat duidelijk als zodanig te herkennen. Daaronder is zij niet meer te onderscheiden van de ventrale vaginawand.

De beide gladde spiermantels van de urethra krijgen, onder het niveau van het diaphragma urogenitale, naar distaal toe eveneens een ander aspect. De bundels van de longitudinale laag worden kleiner, terwijl er meer bindweefsel tussenkomt. Van de circulaire spiermantel blijven nog slechts fragmenten over. Opvallend is dat de restanten van beide spiermantels zich hier gaan vermengen. Tot aan het orificium externum vinden wij in het losmazige bindweefsel verspreid liggende gladde spierbundels, die hoofdzakelijk longitudinaal lopen.

Tussen de circulaire gladde laag en de dwarsgestreepte musculatuur bestaat een overgangszone waarin gladde spiervezels liggen tussen de dwarsgestreepte. Dit is met name het geval direct boven het diaphragma urogenitale.

**E l a s t i n e.** In de gladde musculatuur van blaashals en urethra komt nagenoeg geen elastine voor. Slechts enkele vezels worden aangetroffen in de musculus detrusor en de trigonale musculatuur. In de trigonale ring en het diepe trigonum bevinden zich enkele circulair verlopende elastische vezels. Onder het diaphragma urogenitale dringt enig elastine vanuit de submucosa tussen de gladde spierbundels.

### 2.5.2 fertiele periode.

De M. detrusor. Evenals in de vorige groep bestaat de blaashals aan de ventrale zijde uit drie duidelijk te onderscheiden lagen. In alle preparaten wordt de buitenste laag gevormd door forse, hoofdzakelijk longitudinaal lopende spierbundels. Deze laag is duidelijk sterker ontwikkeld dan in de neonatale periode. De bundels liggen onderling tamelijk ver van elkaar af en zijn ingebed in losmazig bindweefsel. De grens met de middelste detrusorlaag is veel minder duidelijk dan in de vorige groep. Op een aantal plaatsen lijken overgangen te bestaan tussen beide lagen. De middelste laag in het gebied van de blaashals bestaat uit de dicht opeengepakte, circulaire bundels van de ventrale detrusorlus. De binnenste detrusorlaag bestaat uit dunne, longitudinaal gerichte spierbundels, van elkaar gescheiden door veel bindweefsel. Bij de oudere individuen binnen deze groep is deze laag duidelijk dunner dan bij de jongere.

Lateraal van de blaashals vinden wij slechts twee lagen, aangezien de binnenste laag hier ontbreekt. In het grensgebied zijn zij intensief met elkaar verweven. De vezels van de buitenste laag lopen hier echter schuiner dan die van de middelste laag. Aan de dorsale zijde vinden we de spiervezels van het trigonum vesicae. Dorsaal en in het midden hiervan ligt de dorsomediale detrusorslip, dorsolateraal van het trigonum vinden wij aan beide zijden de dorsolaterale detrusorslippen, die de ventrale detrusorlus vormen.

De buitenste detrusorlaag. De uit dikke, longitudinaal lopende bundels bestaande, buitenste detrusorlaag, bekleedt de blaashals aan ventrale en laterale zijde, en zet zich ononderbroken voort langs de urethra. Deze op dwarse doorsnede min of meer halvemaanvormige buitenste bekleding reikt tot aan het diaphragma urogenitale. Over het gehele traject waaiëren de bundels meer naar het retropubische en paraurethrale bindweefsel uit, dan in de neonatale periode. In een aantal preparaten waar nog een deel van het periost van de symphyse aanwezig is, is te zien dat enkele bundels hieraan insereren.

De middelste detrusor laag. De detrusorlus, die aan de ventrale zijde het orificium internum omgeeft en ongeveer 1 mm. dik is, gaat naar dorsaal over in de buitenste longitudinaal gerichte laag van de musculus detrusor. Evenals in de neonatale periode buigen de beide benen van deze lus dorsolateraal van het diepe trigonum naar craniaal af. De grens tussen deze dorsolaterale detrusorslippen en het diepe trigonum is moeilijk vast te stellen. De forse spierbundels van de musculus detrusor worden dunner naarmate ze dichter bij de trigonale musculatuur liggen. In het grensgebied zien wij een aantal detrusorbundels doordringen in het diepe trigonum. Het onderscheid is hier alleen te maken op grond van het longitudinale spiervezelverloop binnen de dorsolaterale detrusorbundels tegenover het voornamelijk circulaire vezelverloop in het diepe trigonum en het veel dichtere bindweefsel skelet in dit gebied. Ventraal, waar de bundels van de detrusorlus weliswaar dezelfde richting hebben als de spiervezels binnen de trigonale ring, is het onderscheid wel duidelijk, aangezien de diameter van de detrusorbundels groter blijft dan die van de bundels binnen de trigonale musculatuur (fig. 3.8, fig. 3.9 ). Evenals in de neonatale periode reikt de caudale rand van de spierlus aan de ventrale zijde tamelijk ver naar distaal. Zij bedekt zelfs nog een klein deel van de buitenzijde van de proximale dwarsgestreepte urethramantel. De diameter van de bundels is hier sterk afgenomen. Bij de oudere individuen binnen deze groep zijn deze bundels echter sterker ontwikkeld.

Aan de dorsale zijde van het diepe trigonum ligt de dorsomediale uitbreiding van de musculus detrusor (fig. 3.10 ). Deze spierslip is breder doch platter geworden en breidt zich verder naar distaal uit dan in de neonatale periode. Vele bundels dringen in een ventrocaudale richting de trigonale musculatuur binnen, zodat een stevige verbinding tussen beide spiersystemen ontstaat (fig. 3.11, fig. 3.12 ). Deze aanhechting van detrusorbundels ligt vooral in het gebied van de blaashals.

De binnenste detrusor laag. De longitudinaal gerichte bundeltjes van de binnenste laag, bevinden zich in hoofdzaak aan de

ventrale en ventrolaterale zijde van het lumen. Met name bij de oudere individuen binnen deze groep lijken zij wat sterker ontwikkeld. De bundels reiken nooit verder naar distaal dan het niveau van het orificium internum. De onderlinge afstand van de bundels is vrij groot en zij liggen ingebed in losmazig bindweefsel. Er bestaan geen contacten tussen deze spierlaag en de trigonale ring. Naar lateraal wordt deze laag dunner, aan de laterale zijde ontbreekt zij geheel.

De trigonale uitbreiding en de gladde urethramusculatuur. Het oppervlakkige trigonum bestaat uit een dunne laag zeer dunne spierbundeltjes, die longitudinaal gericht zijn. De dichtheid van de laag is gering en tussen de vezels bevindt zich losmazig bindweefsel. Daardoor is de grens tussen submucosa en deze laag moeilijk aan te geven. De vezels convergeren in de richting van het orificium internum, buigen dan naar distaal af om verder te lopen in de crista urethralis. Daar verspreiden zij zich door de hele submucosa, tot onder het epitheel. Zij werden reeds beschreven in de paragraaf "submucosa".

Het diepe trigonum bestaat ter hoogte van het orificium internum, evenals bij de neonaat, uit een zeer dicht complex van spiervezels en bindweefsel, dat vrijwel de gehele dikte van de wand vormt. De spiervezels lopen hier hoofdzakelijk transversaal. Enkele millimeters boven het orificium internum omsluiten vezels, afkomstig van het diepe trigonum, de urethra aan de voorzijde, en vormen de trigonale ring. Dorsaal is deze ring tweemaal zo dik als ventraal (ruim 2 mm. ). In craniocaudale richting bestrijkt de trigonale ring ook bij deze groep ongeveer éénvijfde deel van de totale urethralengte ( ongeveer 5 mm.). Het vlak van de trigonale ring maakt ten opzichte van de lengteas van de urethra een grotere hoek dan in de neonatale groep. Met name aan de ventrale en ventrolaterale zijde van het lumen ontspringen longitudinaal gerichte vezelbundels tussen de circulair verlopende musculatuur (fig. 3.13 ). In de transversale coupes is duidelijk waar te nemen dat deze longitudinale componenten als dunne schillen in de trigonale ring liggen (fig. 3.14 ). Op sagittale coupes zien wij dat de vezels aanvankelijk naar caudodorsaal

gericht zijn, doch geleidelijk afbuigen naar caudaal. De bovenzijde van de ring wordt gevormd door circulair verlopende spierbundeltjes terwijl in de onderrand de longitudinale bundels overheersen. Zij verdichten zich tot de longitudinale spiermantel van de urethra. Deze neemt naar caudaal sterk in dikte toe (tot ongeveer 1 mm.). De longitudinale spiermantel is opgebouwd uit dicht op één liggende bundels spierbundels (fig. 3.15 ). Aan de buitenzijde wordt de longitudinale spiermantel bedekt door een zeer dunne laag circulair verlopende spierbundels, die een voortzetting vormt van de circulaire vezels in de trigonale ring. De circulaire gladde spiermantel blijft tot aan het diaphragma urogenitale constant van dikte. Zij is opgebouwd uit circulaire bundels met een grote onderlinge afstand. De ruimte tussen de bundels wordt opgevuld door losmazig bindweefsel (fig. 3.16 en fig. 3.18 ). De dikte is een zesde tot een achtste van die van de longitudinale spiermantel. Tussen beide mantels zijn door ons geen overgangen waargenomen. Aan de buitenzijde mengen de gladde spiervezels van de circulaire mantel zich hier en daar tussen de dwarsgestreepte spiervezels. Dit geschiedt met name aan de ventrale zijde. Beide spiermantels hebben op dwarsdoorsnede de vorm van een hoefijzer. De opening, tussen de benen van dit hoefijzer, wordt aan de dorsale zijde opgevuld door de trigonale plaat en is breder dan in de neonatale periode. Evenals in deze laatste groep zijn beide spiermantels dorsolateraal dikker als ventraal. De beide gladde spiermantels van de urethra verliezen onder het diaphragma urogenitale hun continuïteit. De longitudinale bundels worden dunner terwijl hun onderlinge afstand toeneemt. Opvallend is, dat een aantal circulaire bundels juist in dikte toeneemt, waarbij de dichtheid van deze laag echter zeer gering blijft. De beide lagen vermengen zich geleidelijk (fig. 3.17 ). Een paar millimeter boven het orificium externum zijn geen circulaire componenten meer aanwezig. Wel zien wij nog longitudinale bundels die tot aan het orificium externum te vervolgen zijn.

Zowel van de circulaire als van de longitudinale spiermantel gaan vezels over in de trigonale musculatuur. De grens tussen de laatste systemen wordt vooral naar distaal gaande minder duidelijk omdat

de spiervezels in de trigonale plaat dan een andere oriëntatie krijgen. Direct onder het orificium internum verschijnen aan de ventrale zijde van de trigonale plaat, naast circulaire ook schuin tot longitudinaal lopende bundels. Naar distaal breiden deze zich door de gehele trigonale plaat uit. Er wordt zodoende een vlechtwerk van gladde spiervezels gevormd in een dichte bindweefselmatrix. (fig. 3.19 ). Het monotone beeld wordt alleen in het craniale deel van de trigonale plaat onderbroken door de spierbundels van de dorsomediale detrusorslip.

De dikte van de trigonale plaat wordt naar distaal geringer. Tegelijk neemt de hoeveelheid spierweefsel af in verhouding tot het bindweefsel. Onder het niveau van het diaphragma urogenitale verdwijnt de trigonale plaat geleidelijk. De aan de craniale zijde goed aan te geven grens tussen ventrale vaginawand en urethramusculatuur is hier niet waar te nemen, doordat de spierwand van de vagina versmelt met die van de urethra.

**E l a s t i n e.** Ter hoogte van de blaashals bevinden zich tussen de bundels van de binnenste detrusorlaag slechts hier en daar enkele dunne elastinedraden. In de rest van de musculus detrusor en in de gladde spiermantels van de urethra ontbreekt het elastine vrijwel geheel. Wel is iets meer circulair verlopend elastine aanwezig in de trigonale ring en in het diepe trigonum. In de trigonale plaat vinden we duidelijk meer elastine dan in de neonatale periode. Het elastine loopt hier ongeordend en onafhankelijk van de richting van de gladde en de dwarsgestreepte spiervezels. Onder het diaphragma urogenitale stralen, vanuit de submucosa, elastinevezels tussen de verbrokkelde gladde musculatuur uit. De hoeveelheid elastine neemt naar distaal toe, behalve in de dorsale wand.



### 2.5.3 postmenopausale periode.

Alle preparaten uit de postmenopausale periode tonen een rommelig beeld door de vele weefselspleten die in het materiaal aanwezig zijn. Blijkbaar treden in het weefsel van oudere preparaten grotere veranderingen op tijdens histotechnische behandeling dan bij dat van jongere individuen.

*D e m u s c u l u s d e t r u s o r .* In de preparaten van deze leeftijdsgroep zijn de lagen van de musculus detrusor in de blaashals niet duidelijk van elkaar te onderscheiden. Alleen ventraal van het orificium internum lopen de buitenste bundels longitudinaal, terwijl de detrusorlus die daarbinnen tegenaan ligt circulair verloopt. Tussen deze bundels bevindt zich veel losmazig bindweefsel. Een binnenste longitudinaal verlopende spierlaag werd in deze preparaten niet aangetroffen. De bundels van de detrusorlus buigen reeds ventrolateraal van het lumen sterk naar craniodorsaal af. Lateraal van het lumen is het vezelverloop van de detrusorlus nagenoeg parallel aan dat van de buitenste detrusorlaag, zodat beide lagen nauwelijks te onderscheiden zijn. Ventraal van blaashals en urethra strekt de longitudinale buitenste laag zich op transversale doorsnede halvemaaenvormig tot in het parurethrium uit. Deze laag blijft aanwezig tot aan het diaphragma urogenitale. Zij vormt als het ware een schort waarachter zich de eigenlijke urethra bevindt. Onder het diaphragma urogenitale neemt het aantal bundels van deze laag snel af.

Dorsaal van het diepe trigonum is de dorsomediale detrusorslip goed af te grenzen. De vezels aan de voorzijde van deze slip dringen binnen in de trigonale plaat, doch reiken minder diep dan in de fertiele en neonatale periode. De uitbreiding van deze dorsomediale detrusorslip is verder naar distaal te volgen dan in de vorige groepen. Tussen alle detrusorbundels bevindt zich tamelijk veel bindweefsel. In deze leeftijdsgroep valt dan ook op dat de gehele musculus detrusor losser van bouw is.

De trigonale uitbreiding en de gladde urethramusculatuur. Het oppervlakkige trigonum bevat een aantal longitudinaal gerichte spierbundeltjes die ingebed liggen in losmazig bindweefsel. Zij passeren het orificium internum en lopen door in de crista urethralis. Het diepe trigonum bestaat uit een zeer dicht netwerk van circulaire spiervezels en bindweefsel. De trigonale ring die zich vanuit het diepe trigonum naar ventraal uitbreidt bestaat vrijwel geheel uit circulaire spiervezels. In tegenstelling tot bij de vorige groepen valt hier op, dat aan de ventrale en ventrolaterale zijde in de ring nauwelijks longitudinaal verlopende vezels aanwezig zijn. Aan de ventrale zijde breidt de ring zich over een vierde van de totale urethralengte uit, lateraal is zij smaller. Evenals de ventrale detrusorlus is ook de trigonale ring georiënteerd in een schuin vlak ten opzichte van de proximale urethra. Op de grens van de trigonale ring en de detrusorlus treedt wel enige vermenging van vezels op, maar toch zijn de beide systemen duidelijk van elkaar te scheiden. Ventraal en lateraal zien we dat de onderrand van de trigonale ring overgaat in de gladde urethramusculatuur. De oorsprong van de longitudinale spiermantel ligt aan de binnenzijde van de onderrand van de trigonale ring, in plaats van tussen de circulaire vezels van de ring.

De bouw van de circulaire en longitudinale gladde spiermantels verschilt sterk van die bij de vorige groepen. De buitenste circulaire mantel heeft op verschillende niveaus een zeer wisselende dikte. Op enkele plaatsen is zij zeer dun en bestaat slechts uit enkele vezelbundeltjes die geheel liggen ingebed in de dwarsgestreepte musculatuur, elders is deze spiermantel erg dik en dringen bundels door tot tussen die van de longitudinale spiermantel (fig. 3.21). Onder het diaphragma urogenitale neemt het aantal spierbundels snel af terwijl de continuïteit van de spiermantel verloren gaat. Ook de longitudinale spiermantel is bij deze leeftijdsgroep weinig homogeen. De spierbundels liggen ver uitéén doordat vanuit de submucosa vele venen de longitudinale mantel binnendringen, terwijl van de andere kant spierbundels van de circulaire spiermantel tussen de longitudinale

bundels worden aangetroffen (fig. 3.22 ). Daardoor is het verschil in aspect boven en onder het diaphragma urogenitale, waar in de andere groepen een duidelijke verbrokkeling van deze laag optreedt, in deze preparaten minder groot. Ook in deze groep zijn longitudinale spierbundeltjes tot vlak boven het orificium externum aanwezig. De hoefijzervorm, die we bij de andere groepen boven het diaphragma urogenitale aantreffen, is veranderd. De opening tussen de dorsale uiteinden van het hoefijzer is wijder, waardoor de spiermantels op dwarse doorsnede meer een U-vorm hebben. De trigonale plaat is vlakker en relatief breder in vergelijking met de fertiele periode. Aan de laterale randen van de trigonale plaat dringen vezels van de circulaire spiermantel binnen. De bundels van de longitudinale laag zijn dun en onderscheiden zich daardoor nauwelijks van die in de trigonale plaat.

Vanuit de trigonale plaat waaieren vezelbundels uit naar ventrolateraal. Deze eindigen in het parurethrium. Naar distaal wordt de trigonale plaat steeds dunner, onder het diaphragma urogenitale treedt een vermenging op van de trigonale musculatuur met die van de ventrale vaginawand. In de gehele trigonale plaat is het spiervezelverloop ongeordend.

**E l a s t i n e.** In de trigonale plaat, maar vooral in het parurethrium treffen wij grote hoeveelheden elastine aan. De elastinevezels zijn hier duidelijk dikker dan in de fertiele periode, terwijl de dichtheid van het elastisch netwerk naar distaal toegenomen is. Distaal in de urethra, dus vlak boven het orificium externum, treedt een vermenging op van het elastine in het parurethrium met dat van de submucosa.

#### 2.6.4 overeenkomsten en verschillen tussen de drie leeftijdsgroepen.

Aan de ventrale zijde zijn in de musculus detrusor drie verschillende spierlagen aanwezig. Een buitenste longitudinale, een middelste circulair verlopende, en een binnenste wederom longitudinale spierlaag. Bij de neonaten zijn de buitenste en de middelste spierlagen duidelijk gescheiden door een breed bindweefselseptum. In de fertile periode is de dikte hiervan afgenomen en lopen er spierbundels van de ene naar de andere laag over. In de postmenopausale periode liggen de buitenste en de middelste spierlagen direct tegen elkaar terwijl vele vezelbundels van de ene naar de andere laag overlopen. Beide lagen kunnen dan ook alleen nog op grond van het verschillend vezelverloop van elkaar onderscheiden worden.

De binnenste longitudinaal verlopende laag is bij neonaten en jonge volwassenen goed te herkennen. Zij is alleen aan de ventrale zijde aanwezig. Bij oudere individuen van de fertile groep is de dichtheid van deze laag duidelijk afgenomen, in de postmenopausale periode wordt deze laag niet meer aangetroffen.

Lateraal in de blaashals zijn twee detrusorlagen te onderscheiden, die voortzettingen zijn van de buitenste en de middelste lagen aan de ventrale zijde. Bij alle leeftijdsgroepen bestaan tussen beide lagen nauwe contacten. In de neonatale periode is het verschil in vezelrichting tussen deze lagen groter dan in de postmenopausale periode, zodat bij deze laatste groep de lagen minder goed van elkaar te onderscheiden zijn. De buitenste laag is bij alle groepen schuin naar ventrocaudaal gericht. De middelste laag, de detrusorlus, is bij neonaten in een vrijwel transversaal vlak georiënteerd, terwijl in de postmenopausale periode de benen van de spierlus bijna evenwijdig lopen aan de vezels van de buitenste laag. Tussen deze lagen vindt een vermenging van spiervezels plaats. De detrusorlus is naar dorsaal via de twee dorsolaterale detrusorlippen, continu met de buitenste detrusorlaag aan de dorsale zijde van de blaas. Deze beide detrusorlippen verlopen vrijwel longitudinaal. Uit de buitenste detrusorlaag, aan de dorsale zijde van de blaas ontspringt,

behalve de twee dorsolaterale slippen, ook een mediale detrusorslip. Deze ligt dorsaal tegen het diepe trigonum, waarmee een hechte verbinding bestaat. In de neonatale en fertiele periode dringen spierbundels van deze slip dieper door in de trigonale musculatuur dan in de postmenopausale periode. Deze dorsomediale detrusorslip wordt naar distaal geleidelijk smaller. Hij is in alle groepen te volgen tot enige millimeters onder het niveau van de blaashals. Dorsaal ligt deze spierslip tegen de ventrale vaginawand.

**D e b u i t e n s t e d e t r u s o r l a a g.** In alle groepen is de buitenste longitudinaal verlopende detrusorlaag opgebouwd uit dikke vezelbundels met veel losmazig bindweefsel ertussen. Op sommige plaatsen kruisen de vezels elkaar waardoor een losmazig vlechtwerk ontstaat. De vezels van deze laag waaieren naar lateraal uit in het parurethrium. In de neonatale periode dringen de vezels over korte afstand het parurethrium binnen. In de fertiele maar vooral in de postmenopausale periode reiken de spierbundels ver naar lateraal. Hierdoor ontstaat vooral bij de laatste groepen een soort schort, dat zich voor de eigenlijke urethra bevindt, en dat naar distaal reikt tot aan het diaphragma urogenitale. Sommige spierbundels van dit schort eindigen in het praeurethrale bindweefsel. Sporadisch werden inserties waargenomen in het periost van de symphyse. Onder het niveau van het diaphragma urogenitale vinden wij weinig van deze laag terug.

**D e m i d d e l s t e d e t r u s o r l a a g.** Alleen aan de ventrale zijde is, ter hoogte van de blaashals sprake van een middelste detrusorlaag. Dit is het voorste deel van een spierlus, die ontspringt uit de achterste buitenste detrusorlaag. In de neonatale periode ligt deze lus in een transversaal vlak. In de fertiele en postmenopausale periode komt de lus steeds schuiner te liggen ten opzichte van de proximale urethra. De dorsolaterale detrusorslippen lopen in alle groepen longitudinaal. Het belangrijkste verschil tussen de leeftijdsgroepen ligt in de uitbreiding van het ventrale deel van de lus naar caudaal. Bij de neonaten ligt de onderrand van de detrusorlus ventraal van het lumen op de bovenrand van de

circulaire dwarsgestreepte musculatuur. Bij oudere individuen ligt deze rand buiten tegen de dwarsgestreepte spiermantel aan. Bij alle groepen is de grens tussen de detrusorlus en de trigonale ring aan de ventrale zijde goed aan te geven. Aan de dorsale zijde is de grens tussen het trigonum en de dorsolaterale detrusorslippen vooral bij ouderen vervaagd. De bundels van de dorsolaterale slippen zijn hier dunner dan in het overige gedeelte van de lus. Het onderscheid tussen beide structuren is dan ook voornamelijk te maken op grond van een verschillend spiervezelverloop, en op grond van het feit, dat het bindweefselskelet van het diepe trigonum veel compacter is.

De binnenste detrusorlaag. Alleen in de preparaten van de neonatale en de fertiele periode is een binnenste longitudinaal gerichte detrusorlaag aanwezig. In de postmenopausale groep komt zij in de preparaten niet meer voor. De vezelbundels zijn steeds zeer dun en liggen ingebed in losmazig bindweefsel. Met het toenemen van de leeftijd reiken zij minder ver naar distaal. Bij de neonaat overlapt deze laag gedeeltelijk de trigonale ring aan de binnenzijde, terwijl in de fertiele periode de vezelbundels aan de bovenzijde van de trigonale ring eindigen. Deze laag is in de ventrale blaaswand duidelijk aanwezig. Naar lateraal neemt de dichtheid geleidelijk af. Aan de laterale en dorsale zijde ontbreekt deze laag geheel.

De trigonale uitbreiding en de gladde urethramusculatuur. Dorsaal in de blaashals bevindt zich een deel van het trigonum vesicae. Het oppervlakkige trigonum is opgebouwd uit zeer dunne spierbundeltjes, die convergeren naar het orificium internum en zich voortzetten in de crista urethralis tot aan het diaphragma urogenitale. De structuur van het oppervlakkige trigonum is bij alle leeftijdsgroepen gelijk. Het diepe trigonum bestaat ter hoogte van het orificium internum uit een complex van transversaal verlopende spiervezels in een dicht bindweefselskelet. De spiervezels vlak boven het orificium internum waaieren naar ventraal uit. Ter hoogte van het orificium internum omsluiten de trigonale vezels het lumen geheel, en vormen zo de

trigonale ring. Deze is in alle preparaten aan de dorsolaterale zijde het dikst en wordt naar ventraal geleidelijk dunner, terwijl de craniocaudale afmeting geleidelijk toeneemt. Bij de preparaten van de postmenopausale groep beslaat het ventrale gedeelte van de ring ongeveer éénvierde deel van de totale urethralengte. In de neonatale en fertiele periode is dit éénvijfde. De hoek die het vlak van de trigonale ring maakt met de as van de proximale urethra, wordt met het toenemen van de leeftijd groter. In de neonatale groep ligt dit vlak vrijwel transversaal, terwijl in de fertiele en postmenopausale periode dit vlak steeds schuiner verloopt. Dorsolateraal en lateraal van het lumen zijn de vezels van de trigonale ring verweven met vezels van de, er buiten tegen aan liggende, detrusorlus.

In de neonatale en fertiele periode liggen aan de ventrale en laterale zijde tussen de, hoofdzakelijk circulair verlopende, spiervezels ook longitudinale vezels. Deze convergeren naar het lumen toe en gaan over in de longitudinaal gerichte gladde spiermantel van de urethra. In de postmenopausale periode zijn binnen de trigonale ring nauwelijks nog longitudinale componenten aanwezig en ontspringt de longitudinale spiermantel aan de onderrand van de trigonale ring. Naarmate de longitudinale spiervezels naar centraal afbuigen blijven aan de periferie van de trigonale ring uitsluitend circulaire vezels over. Deze vormen een laag die zich naar distaal voortzet als de circulaire gladde spiermantel van de urethra. In de neonatale en in de fertiele periode is de dikte van de circulaire spiermantel éénzesde tot ééntiende van die van de longitudinale mantel. In tegenstelling hiermee is in de postmenopausale periode de circulaire spiermantel in dikte toegenomen, zodat ze over het algemeen even dik als de longitudinale is. Beide spiermantels hebben de vorm van een hoefijzer. De naar dorsaal gerichte opening hiervan wordt opgevuld door de uitbreiding van het diepe trigonum naar distaal, de trigonale plaat. Deze is in de neonatale groep zeer smal, terwijl zij zich in de oudere preparaten geleidelijk verbreedt, zodat in de

postmenopausale periode de spiermantels meer een U-vorm dan een hoefijzervorm krijgen.

De longitudinale bundels vormen tot aan het diaphragma urogenitale een gesloten spiermantel. In de menopauze dringen echter venen vanuit de submucosa in de spiermantel waardoor deze een veel losser aspect krijgt. Onder het diaphragma urogenitale verliest de longitudinale spiermantel haar continuïteit, terwijl de bundels dunner worden. Fragmenten van de longitudinale laag zijn tot aan het orificium externum te volgen.

De circulaire spiermantel is bij alle leeftijden losser van bouw dan de longitudinale, zo, dat op sommige plaatsen de gladde spierbundels tussen de bundels van de dwarsgestreepte musculatuur liggen.

Bij vrouwen in de menopauze worden circulaire bundels tussen die van de longitudinale laag aangetroffen.

Onder het diaphragma urogenitale treedt een gedeeltelijke vermenging op tussen de longitudinale en circulaire laag. Tegelijkertijd wordt de gezamenlijke dikte van beide lagen geringer waardoor submucosa zich kan verbreden.

De trigonale plaat bestaat uit een dicht spiervezelnetwerk gelegen in een compacte bindweefselmassa. In de neonatale en fertiele periode vinden we een geleidelijke overgang van de circulair georiënteerde spiervezels in het diepe trigonum naar een ongeordend spiervezelverloop in de trigonale plaat. Deze overgang is in de postmenopausale periode veel scherper. Onder het diaphragma urogenitale neemt het aantal spiervezels af. Geleidelijk ontstaat hier een samensmelting met de musculatuur van de ventrale vaginawand.

**E l a s t i n e.** Binnen de longitudinale en circulaire spiermantels van de urethra bevindt zich nauwelijks of geen elastine. In de trigonale plaat komt in alle leeftijdsgroepen wel elastine voor. De vezels vormen een ongeordend netwerk en verlopen niet parallel aan de spiervezels. In het algemeen neemt bij de oudere individuen de hoeveelheid elastine toe, terwijl de vezels dikker zijn.



## 2.6 de dwarsgestreepte musculatuur en het parurethrium.

### 2.6.1 Neonatale periode.

Lateraal van de plaats waar de trigonale ring overgaat in het diepe trigonum begint links en rechts een longitudinaal verlopende dwarsgestreepte spierbundel, die is opgebouwd uit kleine groepjes spiervezels (fig. 4.1). Naar distaal neemt het aantal spiervezels snel toe, terwijl zich ook enkele dwarsgestreepte vezels vanuit de trigonale plaat bij deze vezels aansluiten. Van de bundels, die een doorsnede van ongeveer  $1 \text{ mm}^2$  hebben (fig. 4.2) waaieren steeds de binnenste vezels uit naar ventraal om zich te voegen bij de circulaire dwarsgestreepte spiermantel, die de urethra aan de ventrale zijde geheel omsluit (fig. 4.4). De bovenste rand van deze spiermantel ligt direct tegen de onderrand van de trigonale ring aan. Op sommige plaatsen dringen spiervezels binnen in de trigonale ring. Verder naar distaal wordt de dwarsgestreepte mantel steeds compacter van bouw, maar toch blijft tussen de spiervezels meer bindweefsel aanwezig dan tussen de vezels van bijvoorbeeld de *M. pubococcygeus* in dezelfde preparaten. De spiermantel bereikt over een traject van enkele tienden van een millimeter haar maximale dikte, ongeveer  $1 \text{ mm.}$ , en blijft tot aan het diaphragma urogenitale deze dikte behouden. De circulaire vezels eindigen tussen de gladde spierbundels in de trigonale plaat. Zij waaieren hier in verschillende richtingen in uit. Relatief weinig vezels overkruisen de mediaanlijn. Aan de binnenzijde van de spiermantel liggen soms bundels van de circulaire gladde spierlaag tussen de dwarsgestreepte bundels.

De dorsolaterale spierbundels blijven buiten tegen de circulaire aanliggen, maar verplaatsen zich naar caudaal gaande geleidelijk naar de laterale zijde van de urethra. Tot aan het diaphragma urogenitale worden ventraal en lateraal van deze spiermantel telkens kleine groepjes van 10-40, longitudinale vezels aangetroffen (fig. 4.3). Ook deze vezels gaan, na een korter of langer longitudinaal traject, meelopen met de circulaire. Onder het diaphragma urogenitale vinden wij nog slechts ventraal en lateraal circulair verlopende vezels. Deze

waaieren steeds verder naar lateraal uit. Slechts weinig vezels grijpen over op de ventrolaterale vaginawand. Wel stralen vezels uit tussen de vezels van de *M. bulbo-cavernosus*.

Het parurethrium bestaat uit losmazig bindweefsel. Hierin ligt naast de blaashals een grote hoeveelheid zenuwweefsel. Vele kleine zenuwen dringen van dorsolateraal de urethrawand binnen met in hun verloop vele ganglioncellen (fig. 4.5 ). Een aantal zenuwtakjes dringt de trigonale musculatuur binnen. Andere buigen af naar distaal en dringen de dwarsgestreepte en gladde musculatuur binnen. Onder het niveau van de blaashals komen geen ganglioncellen meer voor. Direct onder de blaashals, lateraal van de urethra, liggen gladde spierbundels in het parurethrium, afkomstig van de voorste longitudinale detrusorlaag. Verder naar lateraal bevindt zich in het parurethrium een uitgebreide veneuze plexus, welke uit kleine dunwandige venen bestaat (fig. 4.6 ). Lateraal daarvan verdicht het bindweefsel zich tot een fascie die het parurethrium begrenst. In deze fascie stralen vezels van de *M. pubococcygeus* uit. Deze dringen nergens door tot in het parurethrium (fig. 4.7 ). Tussen de dwarsgestreepte urethramusculatuur en de *M. pubococcygeus* bestaan geen verbindingen. Met name in sagittale coupes is fraai te zien dat de bundels van de *M. pubococcygeus* direct naast de urethra in een schuin vlak verlopen, van dorsocaudaal naar ventrocraniaal. De spier is al ter hoogte van de blaashals aanwezig. In onze preparaten is de *M. transversus perinei profundus* niet waargenomen. Wel wordt, dicht boven het orificium externum de *M. bulbo-cavernosus* aangetroffen. De vezels van deze spier stralen massaal uit in het parurethrium en vermengen zich met de dwarsgestreepte urethramusculatuur.

Tussen de dwarsgestreepte spierbundels bevinden zich zeer dunne elastische vezels. Dit elastine loopt met de spiervezels mee. Alleen in de trigonale plaat waar de dwarsgestreepte spiervezels een meer schuin verloop hebben, hebben de elastinevezels een andere richting dan de spiervezels. In het gehele parurethrium bevindt zich een netwerk van elastine. Dit wordt naar distaal geleidelijk dichter. Vlak

boven het orificium externum vermengt dit elastine zich met de vanuit de submucosa uitwaaijende elastische vezels.

#### 2.6.2 fertiele periode.

Evenals in de vorige groep liggen de meest proximale dwarsgestreepte spiervezels ter hoogte van de blaashals tussen de gladde spierbundels van de trigonale ring. Zij beginnen in een klein groepje dorsolateraal van het lumen. Vandaar lopen zij naar ventrocaudaal, buiten de dwarsgestreepte circulaire spiermantel, zodat zij halverwege het diaphragma urogenitale en het orificium internum vrijwel lateraal van het lumen liggen. Vanuit de trigonale plaat voegen zich een aantal vezels bij de longitudinale bundels, die echter veel dunner blijven dan in de neonatale periode. Vanaf een niveau, ongeveer halverwege tussen het orificium internum en het diaphragma urogenitale, waaieren telkens de binnenste vezels van de longitudinale bundels naar ventraal uit, en voegen zich bij de circulaire spiervezels (fig. 4.8 en fig. 4.9). Ter hoogte van het diaphragma urogenitale zijn de longitudinale bundels verdwenen.

De eerste circulaire vezels liggen aan de buitenzijde tegen de onderrand van de trigonale ring (fig. 4.10 ). Naar distaal wordt de dichtheid van de circulaire vezels wat groter, doch ze blijven vrij ver uit elkaar liggen. De dikte van deze spiermantel is maximaal 1 mm. De vezels eindigen dorsaal in de laterale randen van de trigonale plaat. Proximaal in de urethra dringen zij daar nog niet ver in door. Meer naar distaal buigen zij in verschillende richtingen af, zodat in de trigonale plaat een netwerk van dwarsgestreepte spiervezels ontstaat (fig. 4.11 ). Deze vezels kruisen slechts sporadisch de mediaanlijn. De dichtheid van de dwarse spierbundels in de trigonale plaat blijft evenwel zeer gering.

De grens tussen de dwarsgestreepte spiermantel en de circulaire gladde spiermantel is veelal niet scherp aan te geven. Op een aantal plaatsen liggen gladde spiervezels tussen de dwarsgestreepte spierbundels.

Ter hoogte van het diaphragma urogenitale en daaronder neemt het aantal spiervezels in de achterwand van de urethra snel af. De vezels

reiken steeds minder ver naar dorsaal. Ze waaieren uit naar lateraal en eindigen in het parurethrium. Er zijn geen spiervezels waargenomen die uitstralen in de laterale vaginawand. Direct onder het diaphragma urogenitale bevindt zich alleen in de voorwand van de urethra nog dwarsgestreept spierweefsel. De meest caudaal gelegen vezels buigen in dorsocaudale richting af en gaan over in de spierlaag van de *M. bulbo-cavernosus* (fig. 4.14 ).

Het parurethrium is breder dan bij de neonaat en bestaat uit een compact bindweefsel, waarin veel gladde spierbundels voorkomen, deels afkomstig van de buitenste longitudinaal verlopende detrusorlaag, deels van de trigonale plaat. Ter hoogte van de blaashals ligt dorsolateraal van de urethra veel zenuwweefsel, met daarin vele ganglioncellen (fig. 4.15 ). Verder naar distaal zijn minder zenuwen aanwezig, terwijl ganglioncellen nog nauwelijks meer voorkomen. Lateraal in het parurethrium bevindt zich tussen de blaashals en het diaphragma urogenitale een uitgebreide dunwandige venenplexus (fig. 4.16 ). Lateraal van deze plexus verdicht het bindweefsel zich tot een fascie. Hierin eindigen spiervezels van de *musculus pubococcygeus*. Deze is in onze preparaten al direct onder het niveau van de blaashals aanwezig. Vlak boven het diaphragma urogenitale komen vezels van de dwarsgestreepte spiermantel vrij dicht te liggen bij die van de *musculus pubococcygeus*, zonder dat echter ooit overgangen tussen beide spieren werden waargenomen. Slechts een enkele maal troffen wij spiervezels aan behorende tot de *M. transversus perinei profundus*. Ook deze vezels dringen echter nooit door in het parurethrium. De dikte van de spiervezels van de verschillende dwarsgestreepte spieren is opvallend. De vezels van de *M. pubococcygeus* zijn tamelijk dun ( ongeveer  $40\mu$  ) maar met een zeer constante doorsnede. De spiervezels van de *M. transversus perinei profundus* zijn veel dikker (ongeveer  $80\mu$  ), maar ook alle ongeveer even dik. De dwarsgestreepte spiermantel van de urethra geeft een totaal ander beeld. De vezeldiameter varieert van  $5-25\mu$  , waarbij de dunne vezels ver in de meerderheid zijn (fig. 4.18 ). Distaal in de urethra, op de overgang tussen de dwarsgestreepte

spiermantel en de M. bulbo-cavernosus wordt de variabiliteit van de vezeldiameters geringer. De vezels hebben hier dezelfde diameter als die van de M. bulbo-cavernosus.

Vanuit het tamelijk dikke perimysium van de dwarsgestreepte spierbundels waaiert elastine uit in het parurethrium (fig. 4.17 ). Daar vormt het elastine een netwerk dat naar distaal dichter wordt. Vlak boven het orificium externum vermengt het elastine uit de submucosa zich met dat van het parurethrium. De vezels zijn hier dikker als proximaal, terwijl hun aantal sterk is toegenomen.

### 2.6.3 postmenopausale periode

De meest proximaal gelegen dwarsgestreepte spiervezels liggen evenwijdig aan de onderrand van de trigonale ring. Zij lopen dus in een schuin vlak, en eindigen dorsolateraal van het lumen in de trigonale plaat. Op dit niveau worden geen longitudinaal verlopende bundels waargenomen. Naar distaal neemt het aantal spiervezels geleidelijk toe. De dichtheid van de dwarsgestreepte spiermantel blijft echter zeer gering (fig. 4.20). Tussen de dwarsgestreepte spiervezels bevinden zich steeds veel gladde bundels behorend bij de circulaire gladde spiermantel. Opvallend is dat de vezels minder ver doordringen in de trigonale plaat dan bij de vorige groepen. In de dorsale urethrawand treffen wij dan ook nauwelijks dwarsgestreepte spiervezels aan. Ongeveer halverwege tussen orificium internum en diaphragma urogenitale liggen lateraal van het lumen enkele longitudinaal georiënteerde vezels buiten tegen de circulaire aan. Zij buigen vrijwel direct af naar ventraal en voegen zich bij de circulaire vezels. Ter hoogte van het diaphragma urogenitale neemt de spiermantel in dikte toe, terwijl de dichtheid van de spierlaag eveneens toeneemt. Vanaf dit niveau komt dwarsgestreept spierweefsel alleen voor in de ventrale en ventrolaterale urethrawand. Een aantal vezels eindigt in het parurethrium, andere buigen naar dorsocaudaal af en lopen door tussen de vezels van de M. bulbo-cavernosus.

Proximaal in de urethra is de diameter van de spiervezels erg variabel. Naar distaal worden de verschillen minder groot, terwijl

op de overgang naar de M. bulbo-cavernosus de spiervezels een vrij constante kleine diameter hebben. Ondanks het feit dat de preparaten een groot deel van het parurethrium bevatten, worden geen vezels van de M. pubococcygeus waargenomen noch van de musculus transversus perinei profundus. Wel is aan de laterale zijden van de preparaten een verdichting van bindweefsel waarneembaar. In het parurethrium liggen vele gladde spierbundels, afkomstig van de buitenste detrusorlaag en van de trigonale plaat. Het beeld wordt echter beheerst door grote, dunwandige venen. Dorsolateraal van de blaashals bevindt zich vrij veel zenuwweefsel waarin slechts sporadisch ganglioncellen worden aangetroffen. Het perimysium van de dwarsgestreepte spierbundels bevat veel elastine wat naar distaal nog toeneemt. Behalve in de bindweefselschotten tussen de spierbundels breidt het elastine zich ook uit tussen de dwarsgestreepte spiervezels zelf. Het elastine in het parurethrium vormt een dicht netwerk. De elastinevezels zijn tamelijk dik. Vlak boven het orificium externum vindt een vermenging plaats van het elastine van de submucosa met dat van het parurethrium.

#### 2.6.4 overeenkomsten en verschillen tussen de drie leeftijdsgroepen.

Zowel bij de neonaten als in de fertile periode zijn de meest proximale dwarsgestreepte spiervezels longitudinaal gericht. Zij ontspringen dorsolateraal van de blaashals in de trigonale musculatuur ter hoogte van de overgang van de trigonale ring in het diepe trigonum. De longitudinale bundels komen naar caudaal geleidelijk meer naast het urethralumen te liggen en wijken daarbij enigszins naar lateraal uit. Ongeveer halverwege tussen orificium internum en diaphragma urogenitale gaan vezels van deze bundels naar ventraal afbuigen. Zij voegen zich bij de circulaire spiervezels. Vanuit het bovenste deel van de trigonale plaat ontspringen spiervezels die over enige afstand met de longitudinale bundels meelopen alvorens eveneens naar ventraal af te buigen. In de postmenopausale periode is van dit longitudinale systeem nauwelijks nog iets terug te vinden. Langs de onderrand van de trigonale ring verlopen de eerste

circulaire spiervezels. Hun aantal neemt naar distaal snel toe. De spiermantel bereikt dan ook over een traject van enkele millimeters haar maximale dikte. De circulaire vezels insereren in de trigonale plaat. In de neonatale periode dringen de spiervezels hier diep in door, doch slechts enkele vezels kruisen de mediaanlijn. In de fertiele periode dringen de spiervezels minder ver in de trigonale plaat, waardoor het aantal dwarsgestreepte spiervezels in de achterwand van de urethra sterk is afgenomen. In de postmenopausale periode is de achterwand van de urethra bijna geheel vrij van dwarsgestreepte musculatuur. De trigonale plaat is hier breder geworden en de vezels bereiken nog slechts de laterale rand ervan. Ter hoogte van het diaphragma urogenitale en daaronder reikt de dwarsgestreepte musculatuur geleidelijk minder ver naar dorsaal. Vanaf dit niveau is de achterwand in alle groepen dus vrij van dwarsgestreepte musculatuur. In de preparaten uit de neonatale en fertiele perioden werden vezels waargenomen, die de voorwand van de vagina bereikten, in de postmenopausale periode was dit niet meer het geval. Naar caudaal gaande waaieren vezels uit in het parurethrium. Nog verder naar distaal wordt de spierlaag dikker en de vezels buigen naar caudaal af. Zij vermengen zich met die van de M. bulbo-cavernosus. Nergens bestaan contacten tussen de dwarsgestreepte urethramusculatuur en de Mm. pubococcygeus en de transversus perinei profundus.

Met het toenemen van de leeftijd ondergaat de bouw van de spiermantel een opmerkelijke verandering (fig. 4.20 ). De mantel wordt steeds losser van bouw, doordat tussen de spiervezels meer bindweefsel komt te liggen. De totale dikte van de spiermantel neemt echter niet toe. De spiervezels van de dwarsgestreepte spiermantel zijn niet alle even dik. In de neonatale periode zijn de verschillen in diameter nog klein. In de fertiele en postmenopausale zijn deze verschillen zeer groot ( 5-25  $\mu$  ). In contrast hiermee zijn de spiervezels van de M. pubococcygeus, -transversus perinei profundus en - bulbo-cavernosus in de neonatale en fertiele periode nagenoeg homogeen. In de preparaten van de postmenopausale periode waren de twee

eerstgenoemde spieren niet aanwezig.

Het parurethrium is opgebouwd uit fibromusculeus weefsel. Met het toenemen van de leeftijd wordt het parurethrium breder. De hoeveelheid glad spierweefsel neemt toe. Dit spierweefsel is afkomstig uit de buitenste longitudinale laag van de musculus detrusor en uit de trigonale plaat. Lateraal in het parurethrium bevindt zich een veneuze plexus, die zich met het toenemen van de leeftijd eveneens uitbreidt. In de neonatale periode vinden wij slechts weinig dunwandige dunwandige venen, terwijl in de postmenopausale periode grote veneuze sinus aanwezig zijn. Lateraal van de venenplexus verdicht het bindweefsel zich in de neonatale en fertiele periode, tot een fascie, waarin spiervezels van de M. pubococcygeus insereren. De vezels van deze spier dringen nooit door tot in het parurethrium. In de postmenopausale periode werd aan de laterale zijde van de preparaten geen fascie waargenomen, doch wel een verdichting van het bindweefsel. Slechts een enkele maal werden spiervezels aangetroffen behorende bij de M. transversus perinei profundus. Deze eindigen steeds op grotere afstand van het parurethrium als de vezels van de M. pubococcygeus.

Dorsolateraal in de blaashals is bij alle leeftijdsgroepen veel zenuwweefsel aanwezig. De zenuwen verlopen in een vrijwel transversaal vlak en dringen met kleine takjes de spierlagen binnen. Vooral in de neonatale en fertiele periode bevinden zich in het verloop van deze zenuwen vele ganglioncellen. In de postmenopausale periode troffen wij nauwelijks ganglioncellen aan.

Tussen de dwarsgestreepte spierbundels bevindt zich elastine. Met het toenemen van de leeftijd wordt het aantal elastische vezels groter en de vezels worden dikker. Zij waaieren uit in het parurethrium en vormen met het daar aanwezige elastine een netwerk. Op enige afstand boven het orificium externum, waar de gladde spiermantels eindigen, treedt een vermenging op met het elastine uit de submucosa (fig. 4.19 ).



## HOOFDSTUK III

### s a m e n v a t t i n g e n d i s c u s s i e

#### 1. de vorm van het lumen.

De crista urethralis is in de neonatale periode goed ontwikkeld. Daardoor is het lumen halvemaaanvormig. Met het toenemen van de leeftijd verstrijkt de crista geleidelijk, maar blijft wel steeds aanwezig. Het lumen neemt daardoor een spleetvorm aan. Sommige auteurs, o.a. Langreder (1956), vinden de crista urethralis slechts in een deel van hun preparaten. Dit kan het gevolg zijn van de leeftijdsopbouw van hun materiaal. Onder het diaphragma urogenitale is de crista niet meer aanwezig. Het lumen heeft daar meer een stervorm, bij jonge individuen grilliger dan bij oudere.

#### 2. de mucosa.

Het meest constante beeld treffen wij aan in de neonatale groep, proximaal in de urethra overgangsepitheel, distaal niet-verhoornend plaveiselepitheel, en daartussen een mengvorm. Deze bevindingen komen overeen met de beschrijving van Testut (1894) en, voor wat betreft de proximale en de distale urethra, eveneens met die van Krantz (1951) en Langreder (1956). Het éénrijig cylinderepitheel dat deze auteurs in het middelste deel van de urethra beschrijven werd door ons niet waargenomen. In plaats daarvan vonden wij een epitheel dat naast een basale laag van kleine cellen in de middelste laag soms cylindercellen bevat. Als oppervlakkige laag zagen we meer afgeplatte cellen in een wisselend aantal lagen.

In de fertiele en postmenopausale groep blijken grote individuele variaties voor te komen in de epitheeltypen. Driemaal vonden we een beeld dat overeen kwam met de bevindingen bij de neonatale groep. In drie gevallen zijn de gehele urethra en de blaashals

bekleed met niet-verhoornend plaveiselepitheel. Hierin verschilt onze waarneming van die van b.v. Ricci (1959), die dit bij al zijn preparaten aantrof. Deze waarnemingen wettigen de conclusie dat het plaveiselepitheel met het ouder worden verder naar proximaal gaat uitbreiden, soms zelfs tot in de blaashals.

Gezien echter de grote variatie in aspect en dikte van het epitheel, moeten ook andere factoren een rol spelen. Een van die factoren zou de oestrogeenspiegel kunnen zijn (Smith, 1972).

### 3. de urethrale klieren.

Met het toenemen van de leeftijd breidt het klierweefsel in de urethra zich verder naar proximaal uit. Hierbij dringen de klieren zelfs door tot in de gladde musculatuur. Onze bevindingen komen vrijwel geheel overeen met die van Huffmann (1948). Het meeste klierweefsel wordt aan de dorsolaterale zijde van het lumen aangetroffen. Slechts enkele crypten worden bekleed met klierepitheel. Verder waren in onze preparaten geen afvoergangen aanwezig, die naast het orificium externum uitmondten, zoals door Skene beschreven.

### 4. de submucosa.

Tussen submucosa en gladde musculatuur ligt een smal overgangsgebied, waar de spierbundels kleiner worden en in aantal afnemen. Deze spierbundels behoren nog bij de longitudinale gladde urethramusculatuur. In de dorsale urethrawand kunnen we de overgang tussen submucosa en gladde musculatuur slechts aangeven op grond van het verschillend spiervezelverloop. In de submucosa is het spiervezelverloop steeds longitudinaal, terwijl dorsaal in de urethra, in de trigonale plaat, de spiervezels schuin tot transversaal verlopen.

De dikte van de crista urethralis neemt van proximaal naar distaal af. Tevens wordt met het toenemen van de leeftijd de crista aan de proximale zijde dunner. Daardoor is te verklaren, dat bij de neonaat, proximaal in de urethra, de submucosa aan de dorsale zijde tweemaal zo dik is als ventraal, terwijl de dikte ter hoogte van het diaphragma urogenitale ventraal en dorsaal gelijk is.

In de postmenopausale periode is de dikte van de submucosa over de gehele lengte van de urethra dorsaal en ventraal gelijk. Onder het diaphragma verbreedt de submucosa zich op het niveau waar de gladde musculatuur zijn continuïteit verliest. Dit geschiedt bij de neonatale preparaten verder naar distaal dan bij de postmenopausale preparaten.

Opvallend is dat vrijwel alle structuren binnen de submucosa longitudinaal georiënteerd zijn. Dit geldt in de eerste plaats voor het losmazige bindweefsel met de daarin gelegen dunne, gladde spierbundels, die we hoofdzakelijk tussen orificium internum en diaphragma urogenitale aantreffen. In de fertiele en postmenopausale periode zijn met name de bundels in de crista urethralis dikker dan de bundels, die we in de neonatale periode aantreffen. Hieruit concluderen wij dat dit spiersysteem zich na de geboorte nog verder ontwikkelt. Wanneer in de postmenopausale periode de crista is afgevlakt, zien we dat de dichtheid van de gladde spierbundels toeneemt. Er verdwijnen dus geen gladde spiervezels.

De oorsprong van de spierbundels in de crista urethralis is volgens ons een andere dan die van de spierbundels ventraal en lateraal van het lumen. Deze, vaak dikkere, longitudinale spierbundels beschouwen we als een voortzetting van de musculatuur van het oppervlakkige trigonum. Wij delen hierin de mening van Hutch (1972) en Tanagho e.a. (1968). Wel benadrukken wij dat deze spierbundels geen deel uitmaken van de gladde spiermantels van de urethra. Zij hebben hier geen verbindingen mee. De vezels ventraal en lateraal van het lumen vormen een voortzetting van de bundeltjes, die we in de submucosa van de blaashals aantreffen. Er bestaan geen verbindingen van deze spiervezels in de submucosa met die van de longitudinale binnenste detrusorlaag.

Het venennetwerk in de submucosa verdicht zich distaal en proximaal tot een plexus. Juist boven het orificium externum ligt in elke leeftijdsgroep een plexus bestaande uit dunwandige venen van klein kaliber. De venen zijn in verschillende richtingen georiënteerd. De proximale plexus heeft een uitbreiding van ongeveer  $1\frac{1}{2}$  cm. langs de urethra. De craniale begrenzing van deze venenverdichting ligt

ter hoogte van de onderrand van de ventrale detrusorlus. In de neonatale periode bestaat deze plexus uit kleine dunwandige venen, die hoofdzakelijk longitudinaal georiënteerd zijn. In de fertiele periode valt deze plexus op door zijn karakteristieke bouw. De grotere dunwandige venen bezitten vele instulpingen, plooingen van de wand. Het verloop der venen is wederom hoofdzakelijk longitudinaal. In de postmenopausale periode bestaat deze plexus uit venen met een gladde wand zonder instulpingen. Hun diameter is vele malen groter dan in de fertiele periode. De localisatie van de beide plexus die we hebben beschreven komt overeen met de bevindingen van Hartl (1960). In tegenstelling tot Berkow (1953), die langs de gehele urethra van een corpus spongiosum spreekt, menen wij dat alleen de submucosa in de proximale urethra, waar deze venenplexus zich bevindt, door zijn caverneus aspect deze benaming verdient.

In ons materiaal troffen wij twee van de vier door Clara (1956) beschreven typen arterio-veneuze anastomosen aan.

Het eerste type bestaat uit een klein vaatje, dat aftakt van een arterie en de kenmerken heeft van een venule. Na afsplitsing uit de arterie gaat deze venule na kortere of langere afstand over in een vene van een groter kaliber. Meestal takken zij af van een arterie met een diameter van  $100\ \mu$  of meer. Volgens Clara worden in de wand van het verbindende vaatje enkele gladde spiercellen waargenomen. In ons materiaal bevat dit type arterio-veneuze anastomose geen spiercellen. Wij vonden deze shunts vaak direct onder de mucosa tussen orificum internum en diaphragma urogenitale. De afsplitsing vanuit de arterie vindt steeds plaats via een nauw kanaal door de arteriewand, om dan direct over te gaan in de reeds genoemde dunwandige venule. Het is zeer wel mogelijk dat eenvoudige vasoconstrictie in de arteriolen de doorstroming van de shunts belet. Aangezien de venen waarop deze arterio-veneuze anastomosen draineren, longitudinaal onder de mucosa verlopen, kunnen deze vaten bij voldoende vulling de slijmvliesplooien aanéén doen sluiten. Dit kan een bijdrage leveren aan de hermetische afsluiting van de urethra.

In de typering volgens Clara wordt een dergelijke anastomose

aangeduid met type 1. Spanner (1952) heeft anastomosen van dit type onder andere in de submucosa van de maag beschreven.

Het tweede type arterio-veneuze anastomose komt overeen met type 3 volgens Clara. Deze anastomosen hebben een meer of minder geslingerd verloop en worden verder gekarakteriseerd door het voorkomen van epitheloide cellen in de wand. Een membrana elastica interna is soms aanwezig. In ons materiaal vinden wij deze anastomosen in de proximale plexus tijdens de fertiele en, in mindere mate, tijdens de postmenopausale periode.

De vele plooien in de wand van de venen die deel uitmaken van de plexus suggereren de mogelijkheid van een volume-toename. De kenmerken van deze plexus zijn in de neonatale periode nog niet ontwikkeld, terwijl we in de postmenopausale periode in hoofdzaak zeer wijde venen vinden zonder plooïing. In combinatie met de arterio-veneuze anastomosen zou een variabele vullingstoestand van de plexus mogelijk zijn. De weerstand in de proximale urethra kan dan beïnvloed worden door de vullingstoestand van de plexus.

Aangezien in de neonatale periode deze anastomosen niet aanwezig zijn, in de fertiele periode in grote getale, terwijl ze postmenopausaal weer veel minder voorkomen, lijkt een relatie met een hogere oestrogeenspiegel in de fertiele periode aannemelijk.

In de literatuur is door Clark en Clark (1932) dierexperimenteel vastgesteld dat arterio-veneuze anastomosen zich kunnen ontwikkelen uit capillairen. Wanneer de bloedstroom vergroot wordt kunnen capillairen zich verwijden en wanneer deze situatie langere tijd gehandhaafd blijft, zij noemen hiervoor zes tot negen maanden, strekt de capillair zich en krijgt een dikkere wand met spiercellen. Na verloop van tijd ontstaat een shunt die niet te onderscheiden is van de anastomosen zoals die bij volwassen dieren gevonden worden. Het agens waardoor dergelijke shunts ontstaan werd door hen niet aangegeven.

Directe uitmondingen van arteriën in een veneuze ruimte, zoals beschreven werden door Henle (1873) hebben wij niet waargenomen. De hypothese van Von Hayek (1969), die zegt dat er arterio-veneuze

anastomosen aanwezig moeten zijn, die het venennetwerk onder arteriële druk kunnen vullen, steunen wij.

Aan weerszijden van de blaashals dringt een arterie van dorsolateraal naar medioventraal de musculatuur binnen en splitst zich in twee takken:

- een ramus muscularis, die lateraal in de trigonale plaat naar distaal verloopt,
- een ramus submucosus, die dorsolateraal van het lumen een longitudinaal verloop heeft.

De arteriële bloedvoorziening van de submucosa is bij de neonaat zeer fraai waar te nemen. Vanuit de rr. submucosi zien wij bij de neonaat vele kleine arteriolen afsplitsen, die de longitudinaal gerichte venen vanaf de blaashals begeleiden naar distaal. In de fertiele periode is het aantal arteriolen afgenomen maar hun diameter is groter geworden. Het zijn deze arteriolen, die via de beschreven anastomosen in verbinding staan met de caverneuze plexus. In de postmenopausale periode is het aantal arteriolen verder afgenomen.

##### 5. de gladde musculatuur.

De buitenste laag van de musculus detrusor aan de achterzijde, zet zich voort in twee dorsolaterale slippen die de blaashals aan de ventrale zijde omgeven, en een dorsomediale slip die insereert in het diepe trigonum en het proximale deel van de trigonale plaat. De dorsolaterale slippen vormen de ventrale detrusorlus. Dit is de enige lusvormige uitbreiding van de musculus detrusor die in onze preparaten voorkomt. De door Von Lüdninghausen (1932) beschreven dorsale detrusorlus en de spierlussen zoals beschreven door Van den Bulcke e.a. (1970) en Tanagho e.a. (1966) zijn op dit niveau van de blaashals niet aanwezig. Het is mogelijk dat deze spierlussen op een hoger niveau liggen. Het lijkt dan evenwel onwaarschijnlijk dat zij mee kunnen werken aan de afsluiting van het orificium internum. De dorsomediale detrusorslip is stevig verankerd in de trigonale musculatuur. Onze bevindingen zijn in overeenstemming met die van Versari (1897). De dorsolaterale en de dorsomediale

detrusorslippen maken in onze preparaten geen contact met elkaar.

Dit is te wijten aan het feit dat slechts een klein deel van de blaaswand in onze preparaten aanwezig is. In de literatuur wordt de fusie van deze spierslippen wel beschreven, o.a. door Tanagho en Smith (1961), Hutch (1972) en Dröes (1972).

De longitudinale buitenste detrusorlaag aan de ventrale zijde zet zich, in de vorm van verspreid liggende bundels, voort tot aan het niveau van het diaphragma urogenitale. Deze bundels vormen ventraal en ventrolateraal van de urethra een netwerk. Duidelijk begrensde musculi pubo-vesicales, zoals o.a. door Woodburne (1968) worden beschreven, waren in onze preparaten niet aanwezig.

De binnenste longitudinale detrusorlaag troffen wij slechts in de neonatale en fertiele periode aan. In de postmenopausale periode komt deze laag in onze preparaten niet meer voor. Het is mogelijk dat zij op een hoger niveau eindigt, buiten onze coupes. Nergens is de musculus detrusor continu met de gladde urethramusculatuur of de trigonale musculatuur. Onze bevindingen komen in dit opzicht dus overeen met o.a. Kalischer (1900) en Dröes (1972).

De uitbreiding van het diepe trigonum rond het orificium internum werd reeds door Kalischer (1900) als sphincter trigonalis, en door Dröes (1972) als trigonale ring beschreven. De onderrand van deze ring reikt verder naar distaal dan de onderrand van de ventrale detrusorlus. In alle leeftijdsgroepen ligt deze ring evenwijdig aan de detrusorlus.

Het diepe trigonum breidt zich naar caudaal uit in de achterwand van de urethra als trigonale plaat (Dröes, 1972). Evenals deze auteur zien wij naar distaal geleidelijk het aantal spiervezels verminderen, terwijl de hoeveelheid bindweefsel toeneemt. De trigonale plaat in zijn geheel wordt caudaalwaarts smaller en versmelt beneden het diaphragma urogenitale met de ventrale vaginawand.

Met Kalischer (1900) zijn wij van mening, dat de beide gladde spiermantels van de urethra continu zijn met de trigonale ring. Dorsaal zijn zij hecht verbonden met de musculatuur van de trigonale plaat. Bij de neonaten hebben de beide spiermantels op transversale doorsnede een hoefijzervorm, waarbij de benen van

het hoefijzer dorsaal aansluiten aan de trigonale plaat. In de postmenopausale periode hebben de spiermantels op doorsnede een U-vorm, waarbij opvalt dat de trigonale plaat breder, en dunner is geworden. Of deze verandering uitsluitend berust op een verouderingsproces, of eventueel mede wordt beïnvloed door doorgemaakte zwangerschappen kunnen wij niet uitmaken. Het aantal onderzochte preparaten is daarvoor te gering, terwijl ook de gegevens omtrent pariteit ontbreken.

Onder het diaphragma urogenitale verliezen de beide gladde spiermantels hun continuïteit. Tot aan het orificium externum vinden wij verspreid liggende longitudinale spierbundeltjes. Deze bevinding komt overeen met die van Disse (1902) en Krantz (1951). Overgangen tussen de longitudinale en circulaire spiermantels, zoals beschreven werden door Beck (1969) en Langreder (1956), werden door ons nergens aangetroffen.

De enige structuur in het gebied van de blaashals die in aanmerking zou kunnen komen als sphincter urethrae internus is de trigonale ring. Aangezien deze ring is opgebouwd uit zeer compact bindweefsel met daarin korte gladde spiervezels, die niet uitsluitend circulair verlopen, lijkt het waarschijnlijk dat bij contractie eerder een verstijving van de ring optreedt dan een compressie van het orificium internum. Dit komt overeen met de hypothese van Hutch (1972).

De circulaire gladde spiermantel, die volgens sommige auteurs zorgdraagt voor de sluiting van de urethra, kan ons inziens daartoe nauwelijks in staat worden geacht, gezien zijn geringe ontwikkeling. Overigens is zeer opvallend, dat de dikte van de circulaire spiermantel in de postmenopausale periode sterk toeneemt. Noch de trigonale ring, noch de circulaire gladde spiermantel kan volgens ons de functie van de interne sphincter vervullen.

De ventrale detrusorlus, die op het niveau van het orificium internum de blaashals aan de ventrale zijde omgeeft, zal evenmin als sphincter kunnen functioneren, aangezien deze continu is met de, juist tijdens de mictie actieve, musculus detrusor.

De sterk ontwikkelde longitudinale spierlaag van de urethra zal bij contractie een verkorting van de urethra geven, waardoor deze mee



kan helpen de blaashals trechtervormig te openen.

#### 6. de dwarsgestreepte musculatuur en het parurethrium.

De meest proximale vezels van de dwarsgestreepte spiermantel liggen in twee longitudinale bundels dorsolateraal van het lumen. Op hun traject naar distaal waaieren vanuit deze bundels spiervezels uit naar ventraal om zich bij de circulaire dwarsgestreepte spiervezels te voegen. In de literatuur worden deze bundels slechts terloops genoemd ( o.a. Dröes, 1972 en Von Hayek, 1969). Deze bundels maken vooral in de neonatale periode volgens onze waarneming een belangrijk deel uit van de dwarsgestreepte spiermantel. Postmenopausaal zijn zij nog nauwelijks aanwezig.

De meest proximale circulaire dwarsgestreepte spierbundels liggen bij alle leeftijden buiten tegen de onderrand van de trigonale ring en evenwijdig daaraan. Met het toenemen van de leeftijd gaan deze bundels dan ook schuiner verlopen. De circulaire spiervezels insereren in de trigonale plaat. In de neonatale periode reiken ze tot vlak bij de mediaanlijn, met het toenemen van de leeftijd eindigen zij steeds verder daar vandaan. Slechts sporadisch werden dwarsgestreepte vezels waargenomen die de mediaanlijn kruisen. De opvatting dat deze vezels de urethra circulair of spiraliserend omgeven is dus onjuist. In de postmenopausale periode komt in de dorsale urethrawand zelfs geen dwarsgestreept spierweefsel meer voor.

In de literatuur wordt vaak melding gemaakt van dwarsgestreepte spiervezels die uitstralen in de laterale vaginawand. Dit hebben wij in geen van onze preparaten waargenomen. In de neonatale periode eindigen sommige dwarsgestreepte spiervezels in de ventrolaterale vaginawand. In de fertiele en postmenopausale periode reiken deze vezels nooit zo ver.

Er bestaan geen verbindingen van de dwarsgestreepte urethramusculatuur met de musculus pubococcygeus of de M. transversus perinei profundus. Hierin stemmen onze bevindingen overeen met die van Jeffcoate e.a. (1952) en Hochuli (1975). Uffelman (1863), Beck (1969) en Langreder (1956) beschrijven wel

verbindingen met de *M. transversus perinei profundus*. Dröes (1972) vond in zijn foetale materiaal slechts sporadisch delen van deze spier. Ook hij vermeldt geen overgangen naar de dwarsgestreepte urethramusculatuur. Waar in onze preparaten een deel van de *M. transversus perinei profundus* voorkomt, eindigen de spiervezels ver van de dwarsgestreepte spiermantel van de urethra. Wel komen uitgebreide verbindingen van de dwarsgestreepte urethramusculatuur voor met de *M. bulbo-cavernosus*. Dit is in overeenstemming met de waarneming van o.a. Krantz (1951) en Langreder (1956). Volgens onze waarnemingen waaieren in alle leeftijdsgroepen de onderste vezels van de dwarsgestreepte spiermantel massaal uit tussen de spiervezels van de *M. bulbo-cavernosus*.

De bouw van de dwarsgestreepte spiermantel van de urethra verandert met het toenemen van de leeftijd. Het aantal spiervezels neemt af, en tussen de vezels komt steeds meer bindweefsel. De longitudinale bundels zijn in de postmenopausale periode vrijwel geheel verdwenen. De dikte van de spiervezels gaat een steeds grotere variatie vertonen. Aanvankelijk is de vezeldikte ongeveer gelijk aan die van de *M. bulbo-cavernosus*. In de fertiele en postmenopausale periode vinden wij zowel dikkere als dunnere vezels (  $5-25 \mu$  ).

Distaal in de urethra, op het overgangsgebied met de *M. bulbo-cavernosus*, blijven de vezels constant van diameter. Dat de vezels van de dwarsgestreepte spiermantel relatief dun zijn, is door Von Hayek (1960) reeds beschreven. De verschillen in diameter die met het toenemen van de leeftijd geleidelijk ontstaan, worden in de literatuur nergens vermeld. Het met de leeftijd veranderende histologische beeld van de dwarsgestreepte spiermantel past niet bij dat van een actieve spier. Het is opmerkelijk dat een spier, waaraan de functie van willekeurige sphincter wordt toegeschreven, al vanaf de geboorte de tendens vertoont in dichtheid en uitbreiding af te nemen. Eerder zou men verwachten dat deze spier vanaf het moment dat de zindelijkheidstraining begint, juist in dikte zou toenemen. Wij betwijfelen op grond hiervan dan ook of de dwarsgestreepte spiermantel daadwerkelijk aan de willekeurige afsluiting van de

urethra kan bijdragen.

Deze opvatting wordt ondersteund door eigen electromyografische waarnemingen waaruit blijkt dat activiteit van de dwarsgestreepte musculatuur in de wand van de urethra geen merkbaar effect heeft op de afsluiting van het lumen tijdens stress situaties.

#### 6. het elastine.

Elastine komt in alle leeftijdsgroepen vooral voor in het parurethrium en in de submucosa. Veel minder elastine is aanwezig tussen de bundels van de dwarsgestreepte spiermantel, terwijl in de gladde musculatuur, behalve de trigonale plaat, nagenoeg geen elastine voorkomt. Met het toenemen van de leeftijd neemt de totale hoeveelheid elastine sterk toe, waarbij opvalt, dat de elastische vezels in de postmenopausale periode veel dikker zijn als in de neonatale periode. Lansing ( 1951 ) toonde aan, dat het elastine op latere leeftijd een andere chemische samenstelling krijgt. Of dit gepaard gaat met een verdikking van de vezels, dan wel alleen een verhoogde kleurbaarheid veroorzaakt, kunnen wij niet uitmaken. In de submucosa van de gehele urethra, behalve rond het orificium internum, is het verloop van de elastine vezels zuiver longitudinaal. Het in de literatuur veronderstelde circulaire verloop van het elastisch materiaal o. a. Woodburne (1961) en Denny-Brown en Robertson (1939) is naar onze mening dan ook onjuist. Het elastine in de submucosa kan dan ook geen afsluitende werking hebben op de urethra. Ook elders in de urethra komt circulair verlopend elastine nauwelijks voor.

Wanneer tijdens de mictie een verkorting optreedt van de urethra zou het elastine in de submucosa hieraan passief kunnen meewerken. De situatie in de blaashals is verschillend van die in de rest van de urethra. Wij onderscheiden hier twee elastine systemen. Het buitenste systeem is longitudinaal georiënteerd en gaat over in het elastine dat we in de submucosa van de urethra aantreffen. Het binnenste elastine systeem daarentegen is meer circulair georiënteerd en wel in lussen die afhangen van dorsocraniaal naar ventrocaudaal.

Een dergelijke elastine oriëntatie zou hier dus wél kunnen bijdragen aan het afsluiten van het orificium internum, alhoewel benadrukt moet worden dat de hoeveelheid elastine zeer gering is.

## LITERATUUR

BECK, L.

Morphologie und Funktion der Muskulatur der weiblichen Harnröhre.

Z. f. Geburtsh.: 169. Beil.Heft. 1969.

BERKOW, S.G. and AMBOY, P.,

The corpus spongiosum of the urethra: its possible role in urinary control and stress incontinence in women.

Am. J. Obstet. Gynec.: 65. 346. 1953.

BULCKE, C. van de, KEEN, E.N. and FINE, H.

Observations on smooth muscle disposition in the urinary tract.

J. Urol.: 103. 783. 1970.

CLARA, M.

Die arterio-venösen Anastomosen. Wien, Springer, 1956.

CLARK, E.R. and CLARK, E.L.

Observations on living preformed blood vessels as seen in a transparent chamber inserted in the rabbit's ear.

Am. J. Anat.: 49. 441. 1932.

DENNY-BROWN, D. and ROBERTSON, E.

On the physiology of micturition.

Brain: 56. 149. 1933.

DISSE, J.

Die Harnblase und die Urethra.

In: Handbuch der Anatomie des Menschen. Hrsg.

von K. von BARDELEBEN. Jena, Fischer,

1902. Bd. 8, Teil 1.

- DRÖES, J.Th.P.M.,  
 De musculatuur van blaas en urethra in menselijke  
 foetus.  
 Diss. Leiden. 1972.
- ELLIS, D.J.,  
 The bladder neck: a theory of its structure and  
 function.  
 Brit. J. Urol.: 42. 1972. 727.
- FISCHMANN, J.,  
 Suburethral myoplasty: description and evaluation of  
 a new operation for complete urinary incontinence  
 in the female.  
 J. Urol.: 99. 617. 1968.
- GIL VERNET, S.,  
 Plan estructural y dinámico de la musculatura del  
 uréter.  
 8 session Cientifica de la Real Acad. Nac. de méd.  
 1969.
- GRAAF, R. de,  
 Tractus novus. Leyden, Lugchivi Batov, 1672.  
 p. 66.
- HARTL, H.,  
 Anatomy of the bladder and urethra, their sphincter  
 mechanism and their supports.  
 In: YOURSELF, A.F. Gynecological Urology.  
 Springfield, Charles C. Thomas, 1960.
- HAYEK, H. von,  
 Der Faserkaliber in den Mm. transversus perinei  
 und Sphincter urethrae.  
 Z. Anat. Entw. Gesch.: 121. 455. 1960.
- HAYEK, H. von,  
 Handbuch der Urologie. Berlin usw., Springer, 1969.  
 Teil 1.

- HEISS, R.,  
Beitrage zur Anatomie der Blasenvenen.  
Arch. Anat. Physiol., Anat. Abt.: 30. 265. 1915.
- HEISS, R.,  
Über den Sphincter vesicae internus.  
Arch. Anat. Physiol., Anat. Abt.: 30. 367. 1915.
- HENLE, J.,  
Handbuch der Eingeweidelehre des Menschen.  
Braunschweig, 1873. Bd. 2.
- HOCHULI, E., HOFER, U. und BÖTSCHI, Ch.,  
Operative Behandlung der schweren Urin-Inkontinenz.  
II.  
Geburtsh. u. Frauenheilk.: 35. 181. 1975.
- HUFFMAN, J.W.,  
The detailed anatomy of the paraurethral ducts in  
adult human female.  
Am. J. Obstet. Gynecol.: 55. 86. 1948.
- HUTCH, J.A.,  
Anatomy and physiology of the bladder, trigone and  
urethra. London etc., Butterworths etc., 1972.
- JEFFCOATE, T.N.A., and ROBERTS, H.,  
Observations on stress incontinence of urine.  
Am. J. Obstet. Gynecol.: 64. 721. 1952.
- KALISCHER, O.,  
Urogenitalmuskulatur des Dammes. Berlin, Karger,  
1900.
- KOBELT, G.L.,  
Die männlichen und weiblichen Wollustorgane des  
Menschen. Freiburg, 1844.
- KRANTZ, K.E.,  
The anatomy of the urethra and anterior vaginal wall.  
Am. J. Obstet. Gynecol.: 62. 374. 1951.

- LANGREDER, W.,  
Die weibliche Urethra, funktionelle Anatomie,  
Pathologie und Therapie des Verschlussmechanismus.  
Zbl. Gynäk.: 78. 561. 1956.
- LANSING, A.I.,  
Chemical morphology of elastic fibers.  
In: Connective tissues; ed. by C. RAGAN. New York,  
Macy Found., 1951. p. 45.
- LAPIDES, J.,  
Structure and function of the internal vesical  
sphincter.  
J. Urol.: 80. 341. 1958.
- LAPIDES, J., AJEMIAN, E.P., STEWART, B.H.,  
LICHTWARD, J.R., and BREAKY, B.A.,  
Further observations on the kinetics of the  
urethrovesical sphincter.  
J. Urol.: 84. 86. 1960.
- LÜDINGHAUSEN, H.J.H. von,  
Die anatomische Grundlagen der  
Verschlussmechanismus der weiblichen Harnblase.  
Z. Anat. Entw. Gesch.: 97. 757. 1932.
- LUSCHKA, H.,  
Die Anatomie des Menschen. Tübingen, Laupp &  
Siebeck, 1864. Bd.2, Abt. 2.
- MUSIANI, U.,  
A partially succesful attempt at medical treatment  
of urinary stress incontinence in women.  
Urol. Int.: 27. 405. 1972.
- NYO, M.M.,  
The musculature of the human urinary bladder and  
its sphincters.  
J. Anat.: 105. 191. 1969.



- RICCI, J.V., LISA, J.R. and THOM, C.H.,  
The female urethra, a histologic study as an aid in  
urethral surgery.  
Am. J. Surg.: 79. 499. 1950.
- SKENE, A.J.C.,  
The anatomy and pathology of two important glands  
of the female urethra.  
Am. J. Obstet. Gynecol.: 13. 265. 1880.
- SMITH, P.,  
Age changes in the female urethra.  
Brit. J. Urol.: 44. 667. 1972.
- SPANNER, R.,  
Zur Anatomie der arterio-venösen Anastomosen.  
Verh. dtsh. Ges. Kreisl. Forsch.: 18. 257. 1952.
- STÖCKEL, W.,  
In: VEIT - STÖCKEL, Handbuch der Gynäkologie.  
München, Bergmann, 1938. Bd. X, Teil 1.
- TANAGHO, E.A. and SMITH, D.R.,  
Anatomy and function of bladder neck.  
Brit. J. Urol.: 38. 54. 1966.
- TANAGHO, E.A. and SMITH, D.R.,  
Mechanisms of urinary continence.  
1. Embryologic, anatomic and pathologic  
considerations.  
J. Urol.: 100. 640. 1968.
- TESTUT, L.,  
Traité d'anatomie humaine. Tôme 3. Paris, Doin,  
1894.
- TSCHAUSSOW,  
Zur Frage von den Venengeflechten und Muskeln im  
vorderen Abschnitt des weiblichen Dammes  
einschliesslich der Beckengeflechte.  
Arch. Anat. Physiol., Anat. Abt.: 1. 307. 1885.

- UFFELMAN,  
Zur Anatomie der Harnröhren.  
Henle's Z. rat. Med. 1863.
- VERSARI, R.,  
Recherches sur la tunique musculaire de la vessie  
et spécialement sur le muscle sphincter interne.  
Ann. Mal. Org. Gén.-Urin.: 15. 1089. 1897.
- WESSON, M.B.,  
Anatomical, embryological and physiological studies  
of the trigone and neck of the bladder.  
J. Urol.: 20. 279. 1920.
- WOODBURNE, R.T.,  
The sphincter mechanism of the urinary bladder and  
the urethra.  
Anat. Rec.: 141. 11. 1961.
- WOODBURNE, R.T.,  
Anatomy of the bladder and bladder outlet.  
J. Urol.: 100. 474. 1968.

## SAMENVATTING

In dit proefschrift wordt verslag gedaan van een onderzoek, naar de bouw van de vrouwelijke urethra. Hiertoe stonden ons zeventien preparaten ter beschikking, afkomstig van vrouwen, die in leeftijd varieerden van 0 tot 78 jaar. Deze werden ingedeeld in drie leeftijdsgroepen, omvattende respectievelijk de neonatale, de fertiele en de postmenopausale. De preparaten bestonden uit de gehele urethra met de blaashals, het parurethrium en de ventrale vaginawand. Hiervan werden seriecoupes vervaardigd in drie snijrichtingen, te weten transversale, sagittale en frontale.

Achtereenvolgens werden de volgende structuren beschreven: de vorm van het lumen, de mucosa, de urethrale klieren, de submucosa, de gladde musculatuur, de dwarsgestreepte musculatuur en het parurethrium.

1. Lumen. De vorm van het lumen is bij de neonaat boven het diaphragma urogenitale steeds halvemaanvormig door de sterke ontwikkeling van de crista urethralis. Onder dit niveau is de wand sterk geplooid waardoor het lumen stervormig is. In de fertiele en postmenopausale periode neemt het lumen steeds meer een spleetvorm aan, doordat de crista urethralis afvlakt. Onder het diaphragma urogenitale zien we bij deze laatste groepen, dat de plooien grover zijn waardoor de stervorm minder uitgesproken is als bij de neonaat.
2. Mucosa. Bij alle neonaten zijn de blaashals en het proximale éénderde gedeelte van de urethra bekleed met overgangsepitheel en het distale éénvierde gedeelte met niet-verhoornend plaveiselepitheel. Daartussen bevindt zich een breed overgangsgebied met epitheel dat bestaat uit een mengvorm van beide epitheeltypen waarin vele

cylindrische cellen aanwezig zijn.

In de fertiele en postmenopausale periode varieert de structuur van het urethraslijmvlies tussen die, zoals bij de neonaat beschreven is en een volledige bekleding met niet-verhoornend plaveiselepitheel.

3. Urethrale klieren. Dorsolateraal van het lumen vinden wij klieren die met kortere of langere uitvoergangen uitmonden in het lumen. Op latere leeftijd breiden deze pakketten zich uit, soms tot in de spierlaag. Het meeste klierweefsel is aanwezig in het distale eenderde gedeelte van de urethra. Zowel de klieren als hun afvoergangen zijn bekleed met kubisch tot pseudogelaagd cylinderepitheel. Sporadisch worden slijmproducerende cellen aangetroffen. In geen van onze preparaten zijn afvoergangen aanwezig, die naast het orificium externum uitmonden, zoals beschreven door Skene.

Vooral op latere leeftijd bevinden zich in het middelste en proximale gedeelte van de urethra crypten, die soms met klierepitheel bekleed zijn.

4. Submucosa. Boven het diaphragma urogenitale bevinden zich rond om het lumen kleine longitudinale gladde spierbundeltjes in de submucosa. Ventraal en lateraal zijn deze continu met dergelijke bundeltjes in de submucosa van de blaaswand. Dorsaal, in de crista urethralis, vormen zij een voortzetting van de spierbundels in het oppervlakkige trigonum.

Over de gehele lengte van de urethra liggen direct onder het epitheel longitudinaal verlopende venen.

Dieper in de submucosa liggen twee venenplexus. De eerste ligt vlak onder de blaashals. In de neonatale periode is deze plexus nog weinig ontwikkeld. In de fertiele periode is de wand van de venen geplooid, waardoor mede het aspect van caverneus weefsel ontstaat. In de postmenopausale periode zijn de venen zeer wijd en breidt zich uit tot tussen de gladde spierbundels van de

longitudinale gladde spiermantel.

De tweede plexus ligt distaal in de urethra, vlak boven het orificium externum. Deze bestaat uit dunwandige venen. Er zijn vrijwel geen verschillen tussen de leeftijdsgroepen.

Twee arteriën dringen van dorsolateraal de musculatuur van de blaashals binnen. Zij buigen nog in de spierlaag naar distaal af en splitsen zich ter hoogte van de onderrand van de blaashals op in twee takken, een ramus muscularis, die lateraal in de trigonale plaat tot aan het diaphragma urogenitale te vervolgen is en een ramus submucosus, die zich dorsolateraal in de submucosa bevindt. In de submucosa liggen vele arterio-veneuze anastomosen. Deze zijn te verdelen in twee typen. Het eerste type bestaat uit een directe verbinding tussen een arteriole en een vene, welke meestal dicht onder de mucosa gelegen is.

Het tweede type arterio-veneuze anastomose bevindt zich in het gebied van de proximale plexus. Deze bestaat uit een kleine arteriole, die vlak voor de uitmonding in een vene een slingerend verloop krijgt en gekenmerkt wordt door het voorkomen van epitheloïde cellen in de wand

In de neonatale periode is het vaatsysteem nog weinig ontwikkeld. In de fertiele periode zijn de venenplexus en de arterio-veneuze anastomosen het sterkst ontwikkeld. Postmenopausaal neemt het aantal arterio-veneuze anastomosen af.

Wij menen dat dit vaatsysteem een rol speelt bij de afsluiting van de urethra.

Het elastine in de submucosa verloopt tot vlak boven het orificium externum zuiver longitudinaal. Alleen in de blaashals bevindt zich enig circulair verlopend elastine. Met het toenemen van de leeftijd neemt de hoeveelheid elastine toe.

5. Gladde musculatuur. Spierweefsel van het diepe trigonum breidt zich in de blaashals rond het lumen uit in de vorm van de trigonale ring. Naar caudaal, in de achterwand van de urethra zet het zich voort in de vorm van de trigonale plaat. Deze is goed

te volgen tot het niveau van het diaphragma urogenitale. De gehele trigonale musculatuur wordt gekenmerkt door dunne spierbundels in een compact bindweefsel. In de trigonale plaat neemt de hoeveelheid spierweefsel naar distaal af.

In de trigonale ring bevinden zich naast circulair verlopende spierbundels ook longitudinale, die convergeren naar het lumen van de proximale urethra. Deze spierbundels gaan over in de binnenste longitudinale gladde spiermantel van de urethra. De circulair verlopende spierbundels zetten zich naar distaal voort als de circulaire gladde spiermantel. Beide spiermantels gaan dorsolateraal over in de trigonale plaat.

Wij beschouwen de gehele gladde urethramusculatuur als een voortzetting van de trigonale musculatuur.

Onder het diaphragma urogenitale verbrekken beide spiermantels. Tot aan het orificium externum echter zijn solitaire gladde bundels van de longitudinale laag te vervolgen. In de neonatale en fertiele periode is de longitudinale spiermantel ongeveer 8 tot 10 maal zo dik als de circulaire. In de postmenopausale periode echter is de circulaire spiermantel sterk in dikte toegenomen. Op sommige plaatsen is zij daar zelfs even dik als de longitudinale.

De buitenste spierlaag van de m. detrusor aan de achterzijde zet zich voort in een ventrale en een dorsomediale uitbreiding. De ventrale uitbreiding vormt de ventrale detrusorlus, die zich buiten tegen de bovenzijde van de trigonale ring legt. De dorsomediale uitbreiding insereert in de diepe trigonale musculatuur en in het bovenste gedeelte van de trigonale plaat. Het vlak waarin de detrusorlus en de trigonale ring zich bevinden maakt met het toenemen van de leeftijd een steeds groter hoek met de lengteas van de urethra. Alleen ventraal en lateraal van de blaashals vinden wij een longitudinaal gerichte buitenste detrusorlaag, die zich vooral ventraal van de urethra uitbreidt tot aan het diaphragma urogenitale. De binnenste longitudinale detrusorlaag is weinig ontwikkeld en beperkt zich eveneens tot de

ventrale en laterale zijden van de blaashals.

De enige structuur, die qua ligging en vezelverloop beschouwd zou kunnen worden als de sphincter internus urethrae, is de trigonale ring. Aangezien deze is opgebouwd uit zeer korte, fijne vezelbundels in een zeer dicht bindweefsel, betwijfelen wij of contractie van deze spiervezels het orificium internum zou kunnen sluiten. De door ons waargenomen continuïteit met de gladde urethramusculatuur lijkt eerder te wijzen op een simultane functie tijdens de mictie. Op anatomische gronden achten wij derhalve het bestaan van een interne sphincter onwaarschijnlijk.

6. Dwarsgestreepte musculatuur. De dwarsgestreepte spiermantel van de urethra is opgebouwd uit circulaire en longitudinale componenten. De longitudinale bundels zijn in de neonatale en fertiele periode reeds dorsolateraal van het orificium internum aanwezig. Zij zetten zich naar distaal voort langs de urethra, waarbij uit deze bundels steeds vezels naar ventraal afbuigen om zich te voegen bij de circulair verlopende vezels.

De circulaire bundels vormen het grootste deel van de spiermantel. De bovenzijde van de dwarsgestreepte spiermantel ligt buiten tegen de onderzijde van de trigonale ring. De spiervezels insereren in de trigonale plaat, waar zij een netwerk vormen. Slechts sporadisch kruisen vezels de mediaanlijn. Met het toenemen van de leeftijd dringen de spiervezels steeds minder diep in de trigonale plaat door. In de postmenopausale periode is bijna de gehele achterwand van de urethra vrij van dwarsgestreepte musculatuur.

Ter hoogte van het diaphragma urogenitale waaieren vezels uit naar lateraal en eindigen in het parurethrium. Slechts weinig vezels bereiken de ventrolaterale vaginawanden. Onder het diaphragma urogenitale bevindt zich alleen in de voorwand van de urethra nog een deel van de dwarsgestreepte spiermantel. De vezels hiervan waaieren naar dorsocaudaal uit en vermengen zich massaal met spiervezels van de M. bulbo-cavernosus. Dit geschiedt bij alle leeftijdsgroepen in dezelfde mate. Er bestaan

geen verbindingen met de *M. pubo-coccygeus* noch met de *M. transversus perinei profundus*.

Een opmerkelijk verschil tussen de leeftijdsgroepen is, dat de diameter van de spiervezels met het toenemen van de leeftijd een steeds grotere variatie gaat vertonen, terwijl de dichtheid van de spiermantel sterk afneemt. Het feit dat deze spiermantel met het toenemen van de leeftijd genoemde veranderingen ondergaat, maakt het onwaarschijnlijk dat zij als sphincter externus urethrae kan functioneren. Ook uit eigen electromyografische waarnemingen, blijkt dat deze musculatuur voor deze functie van ondergeschikt belang is.

7. Parurethrium. In het parurethrium bevindt zich tamelijk veel elastine, dat samen met het elastine, dat uitwaaiert vanuit het perimysium van de dwarsgestreepte spiermantel, een netwerk vormt. Boven het orificium externum vermengt dit elastine zich met dat van de submucosa.

Het parurethrium wordt naar lateraal begrensd door een fascie. Daarin insereren vezels van de *m. pubo-coccygeus*. Slechts een enkele maal werden vezels van de *m. transversus perinei profundus* aangetroffen. Deze reikten echter nooit tot aan het parurethrium.

Dit onderzoek heeft duidelijk aangetoond dat de bouw van de vrouwelijke urethra veranderingen ondergaat met het toenemen van de leeftijd. Dit zal zeker functionele consequenties hebben voor de mictie en het continentie-mechanisme.



## SUMMARY

In this thesis an investigation of the structure of the female urethra is reported. Seventeen preparations, originating from patients aged from 0 to 78 years, were available to us. These were divided into three age groups, corresponding to the neonatal, fertile and postmenopausal periods. The preparations consisted of the whole urethra together with the bladder neck, the paraurethral tissue and the ventral wall of the vagina. Serial sections were cut from them in three directions. Transverse, sagittal and frontal series were studied for each age group. The following structures were described in turn: the shape of the lumen, the mucosa, the urethral glands, the submucosa, the smooth musculature, the striated musculature and the paraurethral tissue.

1. Lumen. In neonates the lumen above the urogenital diaphragm is shaped like a half-moon, because of the pronounced development of the crista urethralis. Below this level the wall is deeply folded so that the lumen is star-shaped. In the fertile and postmenopausal periods the lumen above the urogenital diaphragm becomes gradually more slit-shaped and the crista urethralis flattens out. Below the urogenital diaphragm we find in these older groups that the folds become coarser, so that the star-shape is less pronounced than in neonates.
2. The mucosa. In all the neonates the bladder neck and the proximal third of the urethra are lined with transitional epithelium and the distal quarter with non-keratinizing squamous epithelium. In between there is a broad transitional region, which consists of a mixture of both types of epithelium, containing many columnar cells.

In the fertile and postmenopausal periods the composition of

the urethral mucous membrane varied between that described for the neonates and a complete lining with non-keratinizing squamous epithelium.

3. Urethral glands. Dorsolaterally from the lumen we find glands which open into the lumen via longer or shorter ducts. In later life these glandular structures sometimes extend right into the muscle layer. Most of the glandular tissue occurs in the distal third of the urethra. Both the glands and their ducts are lined with cuboidal to pseudostratified columnar epithelium. Mucus-forming cells are encountered only sporadically. In none of our preparations did we find ducts opening out beside the external orifice, as described by Skene. In later life, especially, follicles are found in the mid- and proximal urethra. These are sometimes lined with glandular epithelium.
4. Submucosa. In the submucosa above the urogenital diaphragm, tiny longitudinal bundles of smooth-muscle fibres occur around the lumen. Ventrally and laterally they are continuous with bundles in the submucosa of the bladder wall. Dorsally, in the crista urethralis they form a continuation of the superficial trigone along the dorsal wall of the urethra. These latter bundles are thicker than those elsewhere in the submucosa.

Veins, running longitudinally, lie directly under the epithelium over the whole length of the urethra. Two venous plexus lie in the submucosa. The first is situated directly below the bladder neck. In the fertile period it consists of highly folded thin-walled veins, which give the submucosa the appearance of cavernous tissue.

In the neonatal period this plexus is incompletely developed. In the postmenopausal period the veins are very wide and penetrate between the smooth-muscle bundles of the longitudinal smooth-muscle coat.

Distally in the urethra, directly above the external orifice, there is a second thin-walled venous plexus which has a similar

structure in all three age groups.

Two arteries pierce the musculature of the bladder neck from the dorsolateral direction. They turn distally within the muscle layer and, at the level of the lower edge of the bladder neck, each one splits into two branches, a ramus muscularis, which can be followed laterally in the trigonal plate as far as the urogenital diaphragm, and a ramus submucosus, which lies dorsolaterally within the submucosa.

In the submucosa there occur many arteriovenous anastomoses. They may be divided into two types. The first type consists of a direct connection between an arteriole and a vein, and is usually situated directly under the mucosa. The second type of arteriovenous anastomosis occurs in the region of the proximal plexus. It consists of a small arteriole which, just before it opens into a vein, follows a sinuous course. A further characteristic is the occurrence of epithelioid cells in the wall. The system of vessels is not fully developed in the neonatal period. The venous plexus and the arteriovenous anastomoses are most fully developed in the fertile period. The number of arteriovenous anastomoses declines postmenopausally. We believe that this system of vessels plays a role in the closure of the urethra.

The elastin in the submucosa runs purely longitudinally to just short of the external orifice. Only in the bladder neck is there a little circularly oriented elastin. With increasing age the quantity of elastin increases.

5. Smooth musculature. At the bladder neck the deep trigone broadens out round the lumen in the form of the trigonal ring, and extends caudally in the form of the trigonal plate. The latter is situated in the posterior wall of the urethra and can be followed to the level of the urogenital diaphragm. The whole of the trigonal musculature is characterized by thin muscle bundles in a compact connective tissue. The quantity of muscular tissue in the trigonal plate decreases in the distal direction.

In the trigonal ring, as well as circular oriented muscle bundles there are also longitudinal bundles which converge towards the lumen of the proximal urethra. These muscle bundles are continuous with the inner longitudinal smooth muscle coat of the urethra. The circular muscle bundles are continued distally as the circular smooth-muscle coat. Dorsolaterally, both muscle coats go over into the trigonal plate.

We consider the whole smooth musculature of the urethra as a continuation of the trigonal musculature.

Below the urogenital diaphragm both muscle coats break up. Solitary smooth bundles from the longitudinal layer can however be followed down to the external orifice. In the neonatal and fertile periods the longitudinal muscle coat is approximately 8 to 10 times as thick as the circular. In the postmenopausal period however, the circular muscle coat has greatly increased in thickness. In some places it may even be as thick as the longitudinal.

The outer muscle layer from the posterior part of the M. detrusor continues in ventral and dorsomedial extensions. The ventral extension forms the ventral detrusor loop, which lies outside and against the upper surface of the trigonal ring. The dorsomedial extension inserts in the deep trigonal musculature and in the upper part of the trigonal plate. With increasing age, the plane in which the detrusor loop and the trigonal ring are situated makes an increasing angle with the longitudinal axis of the urethra. We find a longitudinally directed outer detrusor layer only ventrally and laterally of the bladder neck. This layer extends mainly ventrally of the urethra, as far as the urogenital diaphragm. The inner longitudinal detrusor layer is weakly developed and is similarly limited to the ventral and lateral portions of the bladder neck.

The only structure which from its position and fibre orientation could be considered as the sphincter internus urethrae is the trigonal ring. Since this is built up of very short, fine fibre bundles in closely woven connective tissue, we doubt whether

contraction of these muscle fibres could close the internal orifice. The continuity that we observe with the smooth musculature of the urethra seems rather to suggest simultaneous functioning during micturition. Consequently we consider the existence of an internal sphincter to be unlikely on anatomical grounds.

6. Striated musculature. The striated musculature of the urethra is built up from circular and longitudinal components. The longitudinal bundles are present dorsolaterally of the internal orifice in the neonatal and fertile periods. As they continue in the distal direction along the urethra, fibres continually branch off in the ventral direction to join the circularly oriented fibres.

The circular bundles form the major part of the muscle coat. The top of the striated-muscle coat lies outside and against the bottom of the trigonal ring. The muscle fibres insert in the trigonal plate, where they form a network. Only a few fibres cross the midline. With increasing age the muscle fibres penetrate less deeply into the trigonal plate. In the postmenopausal period almost the whole of the posterior wall of the urethra is free of striated muscle.

At the level of the urogenital diaphragm the fibres fan out in the lateral directions and end in the paraurethral tissue. Only a few fibres reach the ventrolateral wall of the vagina. Below the urogenital diaphragm the striated muscle coat is limited to the anterior wall of the urethra. Its fibres fan out in a dorsocaudal direction and become completely interwoven with the muscle fibres of the M.bulbo-cavernosus. This occurs to the same extent in all age groups. No connections with the M. pubo-coccygeus or M. transversus perinei profundus exist.

One remarkable difference between the age groups is that with increasing age the diameters of the muscle fibres show a greater and greater variation while the density of the muscle coat greatly decreases.

The fact that this muscle coat undergoes such changes makes it unlikely that it can function as sphincter externus urethrae.

This view is supported by our own electromyographic observations.

7. Paraurethral tissue. In the paraurethral tissue there is a considerable amount of elastin, which, together with the elastin that fans out from the perimysium of the striated-muscle coat, forms a network. Above the external orifice this elastin merges with that of the submucosa.

The paraurethral tissue is bounded laterally by a fascia in which fibres of the M. pubo-coccygeus insert. Fibres of the M. transversus perinei profundus were found only very occasionally. They never extended as far as the paraurethral tissue.

This investigation has clearly shown that the structure of the female urethra undergoes changes with advancing age. This must certainly have functional consequences for both micturition and the mechanism of continence.

## CURRICULUM VITAE

De auteur van dit proefschrift werd op 4 juni 1948 geboren te Groningen. Na het behalen van het einddiploma Gymnasium- $\beta$  in 1967 studeerde hij geneeskunde aan de Rijksuniversiteit te Groningen. Tijdens zijn studie was hij vanaf 1969 werkzaam als studentassistent op het Laboratorium voor Anatomie en Embryologie. In de wachtperiode, voor de aanvang van de co-schappen, legde hij op dit Laboratorium de basis voor dit proefschrift. In 1974 werd het artsexamen afgelegd, waarna de auteur op 1 januari 1975 in dienst trad als wetenschappelijk medewerker bij het Laboratorium voor Anatomie en Embryologie (Hoogleraar-directeur: Prof. Dr. A.G. de Wilde). Naast het onderzoek naar de morfologie van de vrouwelijke urethra, ontwikkelde hij een nieuwe techniek voor het afleiden van EMG-activiteit in de dwarsgestreepte musculatuur van dit orgaan.

Sedert 1 december 1978 is de auteur werkzaam als arts-assistent op het Instituut voor Radiodiagnostiek (Hoogleraar: Prof. Dr. J.R. Blickman) van het Academisch Ziekenhuis te Groningen.

